

Fakultät für Pädagogik

Department für Sportwissenschaft

Effekte und Akzeptanz zweier Trainingsmethoden im Fitness- und Gesundheitssport

Dissertation

Thomas Bösl

Promotionsausschuss:

Vorsitzender:	Prof. Dr. Hans-Georg Scherer
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Dr. Klaus Schneider
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Stefan Künzell

Tag der Prüfung: 12. Februar 2013

Mit der Promotion erlangter akademischer Grad:

Doktor der Philosophie, (Dr. phil.)

Neubiberg, den 13. Februar 2013

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

1-RM	Ein-Wiederholungsmaximum (one repetition maximum)
a	Beschleunigung
AC	Abdominal Crunch
ADP	Adenosindiphosphat
AF	Atemfrequenz
ALT	alternierend
ANOVA	Varianzanalyse
ATP	Adenosintriphosphat
BF	Körperfett (body fat)
BMI	Body-Mass-Index
BR	Atemreserve (breathing reserve)
CO_2	Kohlendioxid
CP	Chest Press
Cr	Kreatin
CrP	Kreatinphosphat
DM	Dauermethode
DSSV	Arbeitgeberverband deutscher Fitness- und Gesundheits-Anlagen
$EQCO_2$	Atemäquivalent für Kohlendioxid
EQO_2	Atemäquivalent für Sauerstoff
F	Kraft (physikalisch)
FAD	Flavin-Adenin-Dinukleotid
FEV_1	forcierte exspiratorische Einsekundenkapazität
F_{max}	Maximalkraft
FTG-Fasern	fast twitch glycolytic-Fasern
FTO-Fasern	fast twitch oxidative-Fasern
GLA	Grundlagenausdauer
H^+	Wasserstoff
H_20	Wasser
HIT	high intensity training
HR	Herzfrequenz (heart rate)
IM	Intervallmethode
ISO	isoliert
J	Joule
KZA	Kurzzeitausdauer
LB	Lower Back
LBM	fettfreie Masse (lean body mass)
LZA	Langzeitausdauer

m	Masse
M.	Muskel (musculus)
Mm.	Muskeln (musculi)
MW	Mittelwert
MZA	Mittelzeitausdauer
N	Newton
n. s.	nicht signifikant
NAD^+	Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid in oxidierter Form
NADH	Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid in reduzierter Form
Nm	Newtonmeter
O_2	Sauerstoff
P	Leistung
P_i	anorganisches Phosphat
P_{max}	maximale Leistung
RER	Respiratorischer Quotient (respiratory exchange ratio)
RR	Blutdruck
SD	Standardabweichung
spA	spezielle Ausdauer
ST-Fasern	slow twitch-Fasern
TE	Trainingseinheit
UP	Upper Back
VAT	ventilatorische anaerobe Schwelle (ventilatory anaerobic threshold)
VCO_2	Kohlendioxidabgabe
V_E	Ventilation
VO_2	Sauerstoffaufnahme
VO_{2max}	maximale Sauerstoffaufnahme
VO_{2peak}	maximal erreichte Sauerstoffaufnahme
V_T	Atemzugvolumen, Tidalvolumen
VT	Vertical Traction
WS	Wellness System

1 Einleitung und Fragestellung

> „Wer stark, gesund und jung bleiben und seine Lebenszeit verlängern will, der sei mäßig in allem, atme reine Luft, treibe täglich Hautpflege und Körperübung, halte den Kopf kalt, die Füße warm und heile ein kleines Weh eher durch Fasten als durch Arzneien."
>
> *(Hippokrates)*

Bewegungsmangel zählt zu den Risikofaktoren für die meisten Herz-Kreislauf-Erkrankungen, der Adipositas und des Diabetes Typ II und ist mit ursächlich bei Rückenschmerzen. Begünstigt wird dieser Bewegungsmangel durch unseren weitgehend inaktiven Lebensstil, der immer selbstverständlicher wird. Die körperliche Beanspruchung und Belastung im Alltag nimmt stetig ab. So ersetzen Fahrstühle oder Rolltreppen und Beförderungsbänder das Treppensteigen oder Zurücklegen kurzer Wegstrecken zu Fuß. Die Benutzung des Autos auch für kurze Distanzen und Besorgungen ist zur Selbstverständlichkeit geworden. Mehrere Studien belegen, dass „heute das tägliche Laufpensum eines Deutschen gerade mal bei 1.000 Schritten – das sind nur knapp 800 Meter"[1] liegt. Nur etwa 22 Prozent der deutschen Bevölkerung erreicht das notwendige, empfohlene Aktivitätsniveau von drei Stunden Bewegung, wie eine Umfrage des F.A.Z.-Instituts für Management-, Markt- und Medieninformationen GmbH und der Techniker Krankenkasse (2007) ergab.[2] An den Folgen des Bewegungsmangels sterben jährlich etwa 600.000 Europäer.[3]

Da unser Organismus auf Grund seiner evolutionären Entwicklung auf Bewegung ausgelegt ist, hat der Bewegungsmangel morphologische Einflüsse auf unseren Körper. Auf das Herz-Kreislauf-System bewirkt er einen Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdrucks in Ruhe und unter Belastung. Durch den reduzierten und verlangsamten Stoffwechsel kommt es zur Erhöhung des Körpergewichts bei gleichbleibender Kalorienzufuhr. Der Körper speichert die zusätzlichen Kalorien in den Unterhautfettdepots, um für Notzeiten genügend Energie zur Verfügung zu haben. Da es in unserem industrialisierten Lebensumfeld zu keinen Notzeiten kommt, ist die Folge ein Anstieg der adipösen Bevölkerung, der bereits im Kindesalter beginnt. Das gestiegene Körpergewicht belastet neben dem Herz-Kreislauf-System den passiven Bewegungsapparat. Die Inaktivität führt auch zu einer Reduzierung der Muskelmasse, was die bereits genannten Effekte verstärkt. Hippokrates brachte diese Umstände bereits im Jahre 460 v. Chr. auf den Punkt: „Was genutzt wird, entwickelt sich. Was ungenutzt bleibt, verkümmert."

Mit dem Wissen des gesundheitlichen Nutzens von Sport und um den verringerten

---

[1] TK (2010), S. 5.
[2] Vgl. F.A.Z. INSTITUT/TK (2007), S. 4.
[3] Vgl. TK (2010), S. 6.

Beanspruchungen im Alltag entgegenzuwirken, nutzen viele Menschen Fitnesseinrichtungen, um unter Anleitung den Bedarf an Bewegung und Sport nachzuholen bzw. auszugleichen. Da Bewegung wie ein Medikament dosiert und zielgerichtet eingesetzt werden soll, um keine Überbelastungen und daraus folgende Beschwerden zu provozieren, ist es notwendig nach strukturierten Methoden zu trainieren.



Abbildung 1: Sportliche Bewegung als Medikament; Quelle: Techniker Krankenkasse, aus TK (2010), S. 7

Im präventiven und gesundheitsorientierten Fitnesssport bedient man sich verschiedener Trainingsverfahren, um die gesundheitlichen Effekte wie Ökonomisierung der Herz-Kreislauf-Funktion, Verbesserung der Atmung und Aktivierung des Stoffwechsels zu erzielen. Es werden hierzu die unterschiedlichsten Varianten des Krafttrainings und des Ausdauertrainings angewendet. Dies reicht im Krafttraining vom wenig intensiven Mehrsatztraining[4] bis zum hochintensiven Einsatztraining[5] und im Ausdauerbereich vom Gesundheitsminimalprogramm[6] zum hochintensiven, spezifischen Training der Ausdauer[7]. In der vorliegenden Untersuchung soll eine besondere Form eines kombinierten Kraft- und Ausdauertrainings evaluiert werden.

Die Überlegungen zu Nutzen, Anwendbarkeit, Dauer des Trainings und Fluktuation in Fitnesseinrichtungen haben eine Änderung der momentanen Trainingsmethodik im Fitness- und Gesundheitsbereich hervorgebracht. Dadurch stellt sich nunmehr die Frage, ob man die beiden motorischen Grundfertigkeiten Kraft und Ausdauer kombiniert in einer Trainingseinheit abwechselnd durchführen kann. Hintergründe sind zum einen das Durchbrechen der Monotonie des Ausdauertrainings durch kurze Intervalle kombiniert mit Kraftübungen an Geräten und zum anderen eine möglichst effektive Gestaltung einer Trainingseinheit. Dazu zählen vor allem eine Pausengestaltung, die sinnvoll und effektiv genutzt wird, und ein Training, das

[4] Vgl. GROSSER/STARISCHKA/ZIMMERMANN/U. A. (1993), S. 59.
[5] Vgl. KIESER (2003), S. 50f.
[6] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 136f.
[7] Vgl. WAHL/HÄGELE/ZINNER/U. A. (2010), S. 126.

möglichst optimale Verbesserungen und Steigerungen im Bereich der Ausdauerleistungsfähigkeit und Kraftfähigkeit bewirkt.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Auswirkungen eines Ganzkörpertrainings an Trainingsgeräten in alternierender und isolierter Form im Fitness- und Gesundheitssport auf die körperliche Leistungsfähigkeit bei gesunden männlichen und weiblichen Probanden aus dem Freizeit- und Breitensportbereich zu betrachten. Ebenso soll evaluiert werden, wie die eingesetzten Trainingsmethoden von den Probanden angenommen werden und wie die Methoden im Trainingsbetrieb umgesetzt werden können.

1.1 Begründung und thematische Einordnung

Knapp neun Prozent der deutschen Gesamtbevölkerung trainieren in Fitnessanlagen. Bezogen auf die Zielgruppe der 18- bis 65-Jährigen sind das 13,53%.[8] Im europäischen Vergleich liegt Deutschland damit im Mittelfeld und bei der Anzahl der Mitglieder einer Fitnesseinrichtung an dritter Stelle hinter Spanien und Großbritannien. Wie der Bericht des Arbeitgeberverbands deutscher Fitness- und Gesundheits-Anlagen (DSSV) zeigt, sind die Mitgliederzahlen in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Auch wächst das Durchschnittsalter der Trainierenden. Lag das durchschnittliche Alter im Jahr 2003 etwa bei 35,8 Jahren, so stieg es 2009 auf 41,1 Jahre.[9] Dabei trainieren allgemein mehr Männer als Frauen im Kraftbereich. Ein Ausdauertraining absolvieren Männer und Frauen in gleichem Maße. Beim Gruppentraining kehrt sich die Situation um. So trainieren etwa drei viertel der Frauen in Gruppen.[10]

Nicht nur sportmedizinisch und trainingswissenschaftlich interessant sind innovative Trainingsprogramme. Auch hat die Art und Weise bzw. Zusammenstellung eines Trainingsprogramms Einfluss auf betriebswirtschaftliche Kenngrößen. So hat die Fluktuation der Mitglieder einer Fitnesseinrichtung einen direkten Einfluss auf das Betriebsergebnis. Sie beträgt im Bundesdurchschnitt etwa 26%, die jedoch abhängig von der Betriebsstruktur von 21,9% bis 42,1% schwankt.[11] Von diesen Fluktuationszahlen sind 8% nicht zu vermeiden.[12] Dennoch sollte die Fluktuationsrate unter 20% liegen, um einen festen Kundenstamm aufzubauen und die Kosten zur Neukundengewinnung niedrig zu halten. „Eine Reduzierung der Mitgliederfluktuation um 2% hat bereits eine Erhöhung des operativen Gewinns um 4% zur Folge.“[13] Die Fluktuation in einer Fitnesseinrichtung hängt unter anderem von dem Angebot der Einrichtung, dem Service und der Betreuung und der Qualität des An-

[8] Vgl. DSSV (2010), S. 5.
[9] Vgl. ebd., S. 15.
[10] Vgl. ebd., S. 88f.
[11] Vgl. DELOITTE (2005), S. 7.
[12] Vgl. VDF (2009), S. 5.
[13] DELOITTE (2005), S. 9.

gebots in Verbindung mit den Trainingszielen ab, wie der Diplombetriebswirt und Unternehmensberater Jörg Hidding in einem Branchenreport der HypoVereinsbank feststellt.[14] „Kürzere und effektivere Trainingsprogramme machen dem Kunden mehr Spass und ermöglichen es dem Betreiber, bei kleinerer Fläche und weniger Equipment ertragsoptimiert zu arbeiten."[15] So wird der Faktor Spaß am Training und Langeweile im Training von Aussteigern in Fitnessstudios mit hoher Gewichtung bewertet. „Aussteigern machte das Training im Laufe der Zeit [signifikant] weniger Spaß."[16] Diese Aussage untermauern auch weitere Autoren.[17] Ebenso hat ein Nichterreichen der Trainingsziele einen signifikanten Einfluss auf das Drop-out-Verhalten von Mitgliedern in Fitnesseinrichtungen.[18] Volkswirtschaftlich spielt ein nachhaltiges und akzeptiertes Trainingsangebot eine nicht unerhebliche Rolle. Denn durch ein adäquates Fitnesstraining wird dem Bewegungsmangel und den daraus resultierenden Beschwerden mit Ausfallzeiten entgegengewirkt. Bei knapp 5% der gesamten Krankheitskosten in Deutschland sind Bewegungsmangel und Adipositas mit ursächlich. „Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursachen die größten Krankheitskosten [im Jahr 2008]."[19] Jedoch ist es nur durch ein kontinuierliches Training möglich, langfristig Einflüsse auf die gesundheitliche Entwicklung zu erzielen.

Diese Entwicklungen, Anstieg der Zahl der Mitglieder und deren Alter, geschlechtsspezifische Trainingsgewohnheiten, betriebswirtschaftliche Einflüsse und die Abbrecherquoten in den Einrichtungen fordern von den Betreibern neuartige Angebote und Konzepte für die veränderte Klientel. So bieten auch die Gerätehersteller verschiedenartige Trainingskonzepte an Trainingsmaschinen und Cardiogeräten an, um den Anforderungen zu entsprechen. Diese Konzepte sind noch wenig wissenschaftlich untersucht und auch deren Effektivität und Akzeptanz nicht evaluiert, was eine Abfrage bei den führenden Geräteherstellern im Rahmen einer Diplomarbeit ergab.[20] Aufgrund der geringen Datenlage zu Untersuchungen von Kraft-Ausdauer-Zirkeltraining im Fitness- und Gesundheitsbereich an Trainingsgeräten erscheint es von besonderer Bedeutung ein so strukturiertes Training zu beleuchten und dessen Effizienz zu überprüfen.

In den folgenden Kapiteln werden die theoretischen Grundlagen zu dieser Arbeit dargelegt sowie sportmedizinisch und trainingswissenschaftlich relevante Verfahren und Begrifflichkeiten erläutert.

[14] Vgl. HYPOVEREINSBANK (2002), S. 19.
[15] HIDDING (2004), S. 45.
[16] RAMPF (1999), S. 143.
[17] Vgl. BREHM/EBERHARDT (1995), S. 180f.
[18] Vgl. RAMPF (1999), S. 141f.
[19] Statistisches Bundesamt, https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankheitskosten/Krankheitskosten.html, abgefragt am 12.06.2012
[20] Vgl. KLINKNER/LEHR (2010), S. 76f.

1.2 Kondition, Kraft und Krafttraining

Die Kraft zählt neben der Schnelligkeit und der Ausdauer zu den motorisch-konditionellen Fähigkeiten. Die drei Fähigkeiten bilden die „primär energetische Komponente der sportlichen Leistungsfähigkeit“[21] und kommen funktionell gesehen in der Sportpraxis selten in ihrer Reinform vor. So vermischen sich diese Fähigkeiten entsprechend des Anforderungsprofils der Sportaktivitäten, wie in Abbildung 2 zu sehen ist.

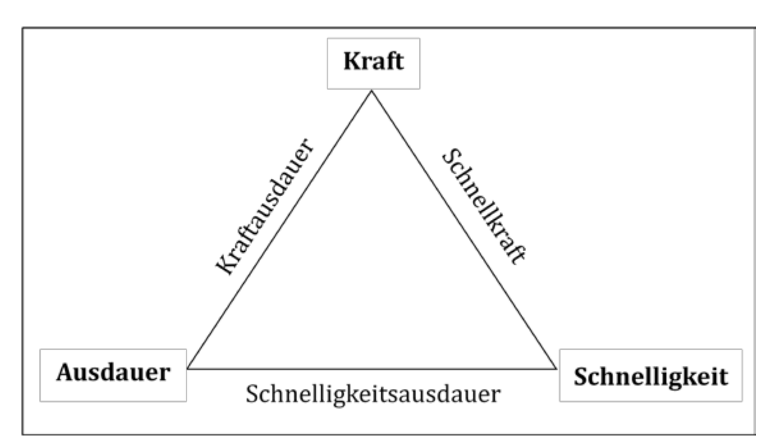


Abbildung 2: Wechselbeziehung der allgemeinen und spezifischen konditionellen Fähigkeiten

Harre (2008) bezeichnet diese Mischformen als sportartspezifische konditionelle Fähigkeiten, zu denen weitere Fähigkeiten wie z. B. Sprungkraft, Reaktivkraft, Bewegungsschnelligkeit usw. zählen. Als Basisfähigkeiten der konditionellen Fähigkeiten nennt er die Maximalkraftfähigkeit, die elementare Schnelligkeit und die Grundlagenausdauer.[22] Grosser et al. (1993) unterscheiden die Erscheinungsform der Kondition in eine spezielle und allgemeine, wobei sie die allgemeine als Grundlage für fast alle Sportarten sehen.[23] Die Ausbildung der allgemeinen Kondition soll auf einem vielseitigen Grundlagentraining des Herz-Kreislauf-Systems und der Muskulatur aufbauen. „Die Entwicklung durch Training selbst beruht auf den Prozessen der biologischen Anpassung (Adaptation).“[24]

Im Freizeit- und Breitensport hat die Verbesserung der Kondition das Ziel, die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit zu steigern und

> *„damit die körperlichen und psychischen Voraussetzungen für eine höhere Lebensqualität und Leistungsfähigkeit im Alltagsleben zu verbessern. Dazu haben das Ausdauer- und das Krafttraining eine Vorrangstellung“*[25].

[21] HARRE (2008a), S. 155.
[22] Vgl. ebd., S. 157.
[23] Vgl. GROSSER/STARISCHKA/ZIMMERMANN/U. A. (1993), S. 9.
[24] Ebd., S. 11.
[25] HARRE (2008a), S. 157.

1.2.1 Allgemeine Grundlagen

Die Kraftfähigkeit wird im biologischen Sinne als Fähigkeit bezeichnet, durch Muskelkontraktionen Bewegungswiderstände zu überwinden oder äußeren Kräften entgegenzuwirken.[26] Diese Kraftentfaltung unterliegt einer Reihe von physiologischen Einflussfaktoren:

- Die Struktur der menschlichen Skelettmuskulatur gliedert sich von dem Muskelfaserbündel über die Muskelfaser und Myofibrille bis zur kontraktilen Einheit, dem Sarkomer auf.[27]
- Die Muskelarbeitsweise unterscheidet sich in eine dynamische (konzentrische bzw. exzentrische) und statische Arbeitsweise, der spezifische Kontraktionsformen (auxotonisch und isometrisch) zugrunde liegen.[28]
- Zwischen der maximalen Kraft und dem Querschnitt eines Muskels besteht eine enge Beziehung.[29]
- Die Faserzusammensetzung der Muskulatur hat einen Einfluss auf die Muskelkraft. Hier unterscheidet man im Allgemeinen FTG (fast twitch glycolytic)-Fasern, FTO (fast twitch oxidative)-Fasern und ST (slow twitch)-Fasern nach der Kontraktionsschnelligkeit und der Ermüdbarkeit.[30]

Weiter wird die Kraftfähigkeit von der intra- und intermuskulären Koordination, von biomechanischen Größen, dem Alter und Geschlecht, dem Trainingszustand, der Motivation und den situativen Rahmenbedingungen beeinflusst.[31]

Die maximale Muskelkraft wird in besonderer Form von den beschriebenen Faktoren beeinflusst. Neben dem Muskelquerschnitt spielt die willkürliche Aktivierungsfähigkeit eine wesentliche Rolle. Hierunter sind die intramuskuläre Koordination der motorischen Einheiten und die intermuskuläre Koordination mehrerer Muskeln zusammengefasst.

> *„Die motorische Einheit besteht aus den Strukturelementen motorische Nervenzelle (Motoneuron), motorisches Axon mit motorischer Endplatte und allen Muskelfasern, die von diesem Motoneuron versorgt werden.“*[32]

[26] Vgl. EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 11.
[27] Vgl. HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 65 - 67.
[28] Vgl. GROSSER/STARISCHKA/ZIMMERMANN/ U. A. (1993), S. 42.
[29] Vgl. ebd., S. 43.
[30] Vgl. HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 71f.
[31] Vgl. EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 15.
[32] HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 69.

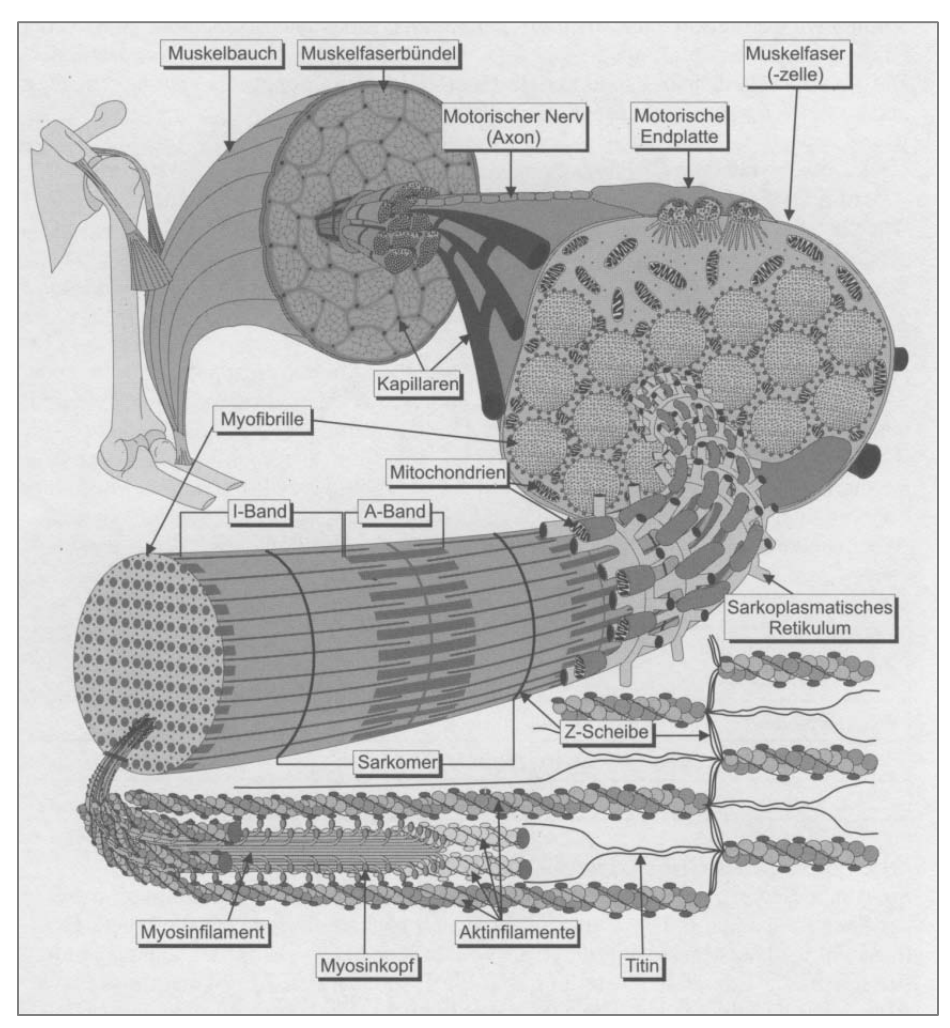


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Aufbaus der Skelettmuskulatur, aus HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 66

Hohmann et al. (2007) beschreiben als Ziele der intramuskulären Koordination bei Maximalkontraktionen eine maximale Rekrutierung, eine maximale Frequenzierung und eine maximale Synchronisation. Die Rekrutierung bezeichnet hierbei die Beteiligung der motorischen Einheiten, die zur notwendigen Kraftentfaltung benötigt werden. Ein Kraftanstieg kann auch durch eine Erhöhung der Entladungsfrequenz der bereits tätigen Einheiten erreicht werden. Da die motorischen Einheiten „prinzipiell alternierend aktiviert“[33] werden, ist es bei maximalen Krafteinsätzen erforderlich, dass die motorischen Einheiten gleichzeitig in die Muskelkontraktion einbezogen werden.

Unter der intermuskulären Koordination ist das optimale Zusammenwirken aller an einer Bewegung beteiligten Muskeln zu verstehen. Hierbei sind die Teilaspekte zum einen die Innervation der Agonisten und Synergisten zum Erreichen des optimalen Kraftanstiegs und zum anderen die Aktivierung der Antagonisten, um Gelenke zu stabilisieren und die Bewegungskoordination zu optimieren.

[33] HARRE (2008b), S. 165.

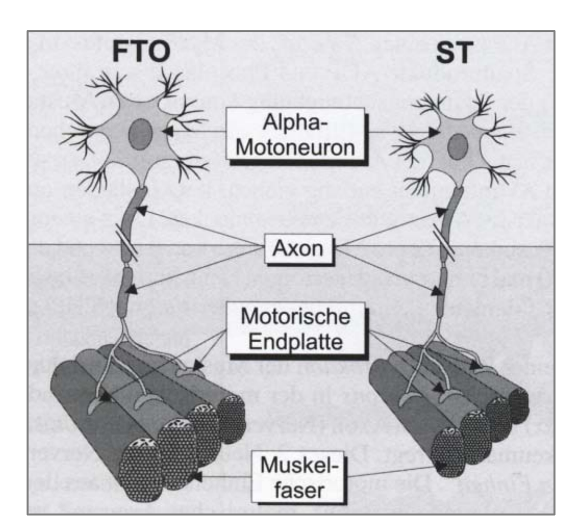


Abbildung 4: Schematische Darstellung motorischer Einheiten, aus HOH-MANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 70

Die zur Kraftentfaltung erforderliche Energie wird durch aerobe und anaerobe Stoffwechselvorgänge bereitgestellt. Bei der anaeroben Energiebereitstellung unterscheidet man zwischen alaktazid und laktazid.

Physikalisch gesehen ist „die Kraft als Ursache der Bewegungsänderung von Körpern definiert“[34]. Die Größe der Kraft resultiert aus dem Produkt der Masse des Körpers und der Beschleunigung.

Formel 1: Kraft als physikalische Größe, aus EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 51

$$F = m \times a; [F] = N, 1\,N = 1\,kg\,\frac{m}{s^2}$$

Im menschlichen System stellt die Masse m die Körpermasse oder eine durch die Muskulatur bewegte Masse dar, die durch die Muskelkontraktion eine Beschleunigung erfährt.

In der Sportmedizin wird die Kraft als „diejenige Spannung, gemessen in N [Newton], die ein Muskel oder eine Muskelgruppe in einer bestimmten Position willkürlich gegen einen fixierten Widerstand auszuüben vermag“[35] (statische Kraft) und als „die willkürlich ausgeübte Bewegung einer Masse innerhalb eines programmierten Vorgangs“[36] (dynamische Kraft) definiert.

1.2.2 Kraft als motorische Eigenschaft – Kraftarten

Die Kraft bildet sich je nach Ausrichtung zu den anderen konditionellen Fähigkeiten unterschiedlich aus. Güllich und Schmidtbleicher (1999) strukturieren die motorische Eigenschaft Kraft aufgrund ihrer dimensionalen Struktur hinsichtlich der morphologischen und physiologischen Einflussgrößen. Die Unterteilung aus der

[34] EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 51.
[35] HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 162.
[36] Ebd., S. 182.

Trainingspraxis in Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer hat weiterhin Gültigkeit. Die Maximalkraft bildet die Basisfähigkeit der Subkategorien Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer, die in ihrer Ausprägung stark von der Maximalkraft abhängig sind.

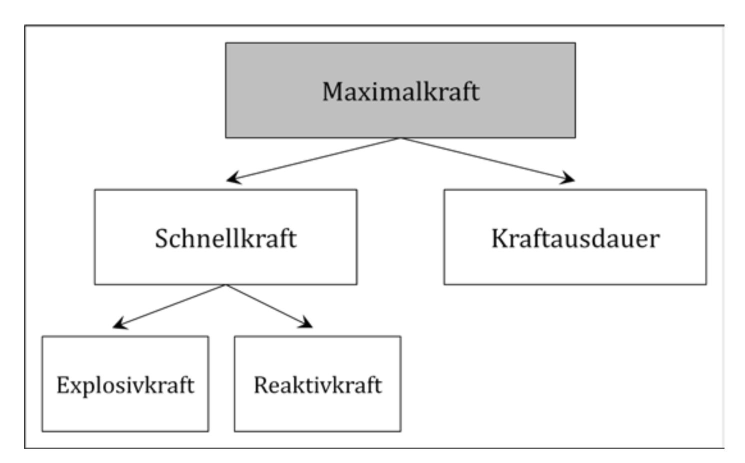


Abbildung 5: Struktur der Kraftfähigkeiten, mod. nach GÜLLICH/SCHMIDTBLEICHER (1999), S. 224

So geht eine Verbesserung der Maximalkraft durch ein Training in der Regel mit höheren Schnellkraft- und Kraftausdauerleistungen einher.[37] Eine ausgeprägte Kraftfähigkeit ist eine wichtige Basis für die Leistungsoptimierung in den meisten Sportarten.

1.2.2.1 Maximalkraft

Standardwerke zum Krafttraining (Ehlenz et al. (2003), S. 67; Harre (2008b), S. 159; Güllich und Schmidbleicher (1999), S. 224) definieren die Maximalkraft als höchstmögliche Kraft, die willkürlich gegen einen unüberwindbaren Widerstand erzeugt werden kann bzw. die bei einer maximalen willkürlichen Kontraktion entfaltet werden kann.

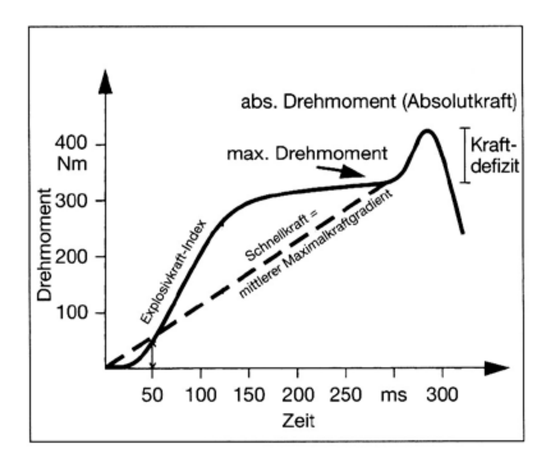


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Kraftkomponenten, mod. nach EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 70

[37] Vgl. GÜLLICH/SCHMIDTBLEICHER (1999), S. 224.

Bezogen auf die Bewegungsform nähert sich die konzentrische Maximalkraft der isometrischen an, wohingegen die exzentrische Maximalkraft höhere Werte als die statische Maximalkraft erreicht.[38] Die Differenz zum höchstmöglichen Kraftpotential eines Muskels (Absolutkraft) aufgrund seines Querschnitts und seiner Qualität wird als Kraftdefizit bezeichnet, wie der Abbildung 6 zu entnehmen ist. Diese Differenz lässt sich durch Training bis auf den Bereich der autonom geschützten Reserven reduzieren.

1.2.2.2 Kraftausdauer

Die Kraftausdauer ist eine Kombinationsfähigkeit aus den konditionellen Fähigkeiten Kraft und Ausdauer. Entscheidend für den spezifischen Charakter zur einen oder anderen Fähigkeit hin sind die äußeren Widerstände und die zeitliche Dauer. Als abhängige Unterkategorie der Maximalkraft spiegelt die Kraftausdauer die Ermüdungswiderstandsfähigkeit gegen lang anhaltende und/oder sich wiederholende Belastungen bei statischer oder dynamischer Arbeitsweise wider. Grosser et al. (1993) unterteilen die Kraftausdauer aus trainingsmethodischen Gründen nach der Größe des Krafteinsatzes in die Maximalkraftausdauer (>75% der Maximalkraft), die Kraftausdauer (75-50%) und die Ausdauerkraft (50-30%) bei dynamischer Arbeitsweise.[39]

> *„Kraftausdauer ist die Fähigkeit, Kraftleistungen über einen durch die sportliche Tätigkeit bestimmten Zeitraum aufrecht- bzw. den ermüdungsbedingten Abfall im Kraftniveau gering zu halten.“*[40]

> *„Leistungsbestimmende Faktoren der Kraftausdauer sind Maximalkraft, aerobe und anaerobe Kapazität sowie lokale und zentrale Ermüdung.“*[41]

1.2.3 Methodik und Ziele des Krafttrainings

Zielsetzung eines allgemeinen Krafttrainings ist eine allumfassende Kräftigung der Rumpf-, Bein-, Schultergürtel- und Armmuskulatur. Die zur „komplexen Kraftentwicklung“[42] eingesetzte Trainingsmethodik ist unabhängig von der leistungsdeterminierenden Muskulatur der Sportart. Das Trainingsziel und die verschiedenen Erscheinungsformen der Kraft bestimmen die Trainingsmethoden.

> *„Trainingsmethoden sind durch systematische Anordnung von Trainingsinhalten unter Berücksichtigung trainingswissenschaftlicher Gesetze und*

[38] Vgl. GROSSER/STARISCHKA/ZIMMERMANN/ U. A. (1993), S. 36.
[39] Vgl. ebd., S. 38.
[40] LETZELTER/LETZELTER (1986), S. 120.
[41] EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 72.
[42] Ebd., S. 106.

> *vor allem durch eine zielorientierte Anordnung der Belastungsnormativa bestimmt“*[43]

Scholich (1988) gliedert aus dieser Zielorientierung die Methoden des Basistrainings in Dauerleistungsmethode, extensive Intervallmethode, intensive Intervallmethode und Wiederholungsmethode.[44]

Die Belastungsnormativa geben vor, wie kräftig, wie lange, wie oft und mit welchen Pausen eine Übung durch den Trainierenden ausgeführt werden soll. Hierzu charakterisieren Letzelter und Letzelter (1986) die Normativa in

- Reizintensität
- Reizdauer
- Reizhäufigkeit
- Reizdichte und
- Reizumfang.[45]

Für den Begriff ‚Reiz‘ wird in der neueren Literatur auch ‚Belastung‘ verwendet.

Einen Überblick zu den dynamischen Trainingsmethoden im Krafttraining, der alle Bereiche des Krafttrainings umfasst, ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Neben diesen Trainingsformen gibt es in der Praxis unzählige Variationen und Spezifikationen, die aber aufgrund ihrer Fülle, Spezifität und Relevanz nicht näher erläutert werden.

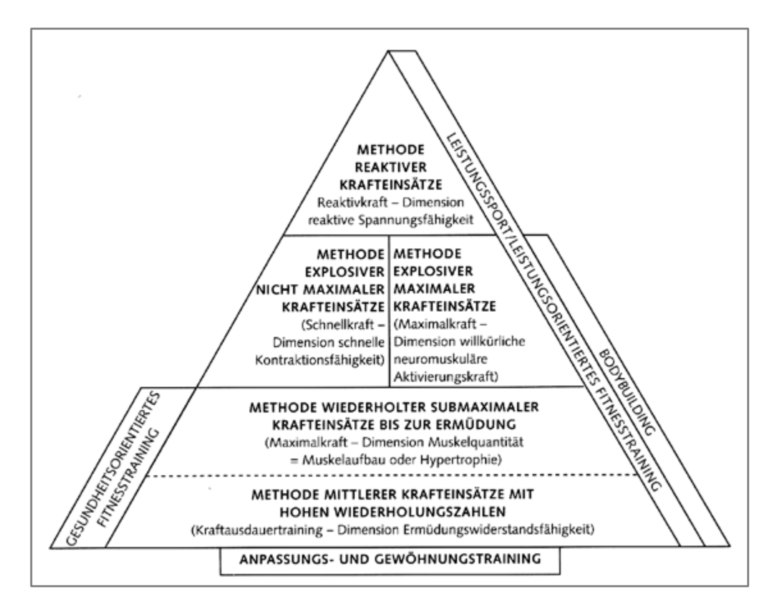


Abbildung 7: Überblick über die dynamischen Krafttrainingsmethoden, aus BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2002), S. 43

[43] LETZELTER/LETZELTER (1986), S. 206.
[44] Vgl. SCHOLICH (1988), S. 31.
[45] Vgl. LETZELTER/LETZELTER (1986), S. 207.

Im Weiteren werden die für das gesundheitsorientierte Fitnesstraining relevanten und in dieser Arbeit eingesetzten Methoden genauer betrachtet.

Boeckh-Behrens und Buskies (2002) geben die Varianten im Fitnessbereich an, die sich durch die Orientierung an der Dimension unterscheiden, zum einen an der Kraftausdauer und zum anderen am Muskelaufbau. Als ‚Fitnesstraining für Fortgeschrittene' bezeichnen Grosser et al. (1993) „die Methode der mittleren Krafteinsätze mit ermüdender Wiederholungszahl“[46], welche sich in der isolierten Trainingsform dieser Arbeit widerspiegelt. In der Tabelle 1 sind die Basismethoden mit ihren Belastungsnormativa gegenübergestellt.

Tabelle 1: Überblick über die Methoden des Krafttrainings im gesundheitsorientierten Fitnessbereich

Autoren	Boeckh-Behrens/Buskies (2002)		Ehlenz/Grosser/Zimmermann (2003)	
Belastungs-normativa	**Methode der mittleren Krafteinsätze mit hohen Wiederholungszahlen**	**Methode wiederholter submaximaler Krafteinsätze bis zur Ermüdung**	**Methode der mittleren Krafteinsätze mit ermüdender Wiederholungszahl**	**Wiederholungsmethode mit erschöpfenden Mittelzeitintervallen**
Intensität	30-65% F_{max}	65-85% F_{max}	60-75% F_{max}	50-60% F_{max}
Umfang	20-50 Wdh.	4-20 Wdh.	8-15 Wdh.	1-2 Minuten
Dauer	3-6 Serien	1-6 Serien	3-6 Serien	3-5 Serien
Pause	1-5 min	0,5-5 min	2-4 min	8-10 min

Die Angaben der Intensitäten der Autoren bewegen sich in Bereichen um 60% der maximal erreichbaren Kraft bei einem Umfang von etwa 15 bis 20 Wiederholungen. In den angegebenen Methoden sollen mindestens drei Serien mit einer lohnenden Serienpause von mindestens einer Minute durchgeführt werden.

Als eine spezifische Form des Trainings der submaximalen Kraftausdauer bezeichnen Ehlenz et al. (2003) und Grosser et al. (1993) die „Wiederholungsmethode mit erschöpfenden Mittelzeitintervallen“[47]. Diese Form des Trainings mit einer submaximalen Intensität, einer Belastungsdauer von 1 bis 2 Minuten, einer Pause von 3 bis 10 Minuten und einem Umfang von bis zu 5 Serien entspricht der in dieser Arbeit eingesetzten alternierenden Trainingsmethode am besten.

Im Fitnessbereich sehen Hohmann et al. (2007) die Wirkung des Krafttrainings im gesundheitlich-präventiven Bereich, in der Verbesserung der Leistungsfähigkeit und in der Auswirkung auf die Ästhetik und auf die Psyche.[48]

[46] GROSSER/STARISCHKA/ZIMMERMANN/U. A. (1993), S. 60.
[47] EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 121.
[48] Vgl. HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 252f.

Im gesundheitlich-präventiven Kontext stehen

- der Erhalt und die Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparates,
- die gelenkstabilisierende Funktion der Muskulatur,
- die Kompensation des Kraftverlustes im Altersgang und
- die Prävention von Rückenbeschwerden, Osteoporose und muskulären Dysbalancen.

Boeckh-Behrens und Buskies (2006) nennen als Ziele der Ästhetik die morphologische Anpassung des Körpers durch Krafttraining mit einem Muskelmassenzuwachs, einer Gewebestraffung und einem Rückgang des Körperfettanteils. Zu den Effekten auf die Psyche zählen sie die Steigerung des Selbstbewusstseins und des Selbstwertgefühls, die Entwicklung von Körperbewusstsein, die Verbesserung der Körperwahrnehmung und den positiven Einfluss auf Stimmung und Wohlbefinden.[49]

1.3 Ausdauerleistungsfähigkeit und Ausdauertraining

Wie unter 1.2 erwähnt ist die Ausdauer ein Bestandteil des Dreigestirns der motorisch-konditionellen Fähigkeiten. Als Leistungsvoraussetzung für sportliche Bewegung ist die Ausdauerleistungsfähigkeit eine Sicherung für Dauerbeanspruchung und soll ermüdungsbedingte Leistungseinschränkungen verhindern. Sie ist weiterhin eine unerlässliche Grundlage für eine möglichst rasche Regeneration nach ermüdenden Belastungen. Hieraus ergibt sich im Allgemeinen die Definition der Ausdauer:

> *„Ausdauer = Ermüdungswiderstandsfähigkeit + Ermüdungstoleranz + rasche Wiederherstellungsfähigkeit“*[50]

Die reversible Minderung der Leistungsfähigkeit unterscheidet sich in zentrale und periphere Ermüdung. „Bei komplizierten und komplexen Belastungen kommt es eher zu[r] zentralen [Ermüdung], bei schlechtem Trainingszustand bzw. lokaler Belastung tritt eher eine periphere Ermüdung ein.“[51] Als Hauptursache wirkt hierbei leistungslimitierend die Aufnahme- und Transportkapazität des Herz-Kreislaufsystems, da die Aufnahmekapazität des pulmonalen Systems bei gesunden Menschen keine leistungseinschränkende Determinante der Ausdauerfähigkeit darstellt. Als mögliche Ursachen der Ermüdung nennen Zintl und Eisenhut (2004) unter anderem Verarmung der Energiereserven, Anhäufung von Stoffwechselzwischen- und Stoffwechselendprodukten, Hemmung der Enzymaktivität und eine

[49] Vgl. BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2006), S. 257.
[50] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 30.
[51] HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 50.

Elektrolytverschiebung.[52] Ursächlich für die Verarmung der Energiereserven ist unter anderem eine unzureichende Sauerstoffaufnahme.[53] Ermüdungserscheinungen sind nicht nur durch metabolische Vorgänge innerhalb der Muskulatur bedingt. Auch durch zerebrale Vorgänge können diese beeinflusst werden.[54]

1.3.1 Allgemeine Grundlagen

Körperliche Leistung basiert auf Muskelkontraktionen, für die Energie benötigt wird. Als Lieferant hierzu dient ATP (Adenosintriphosphat), welches die zentrale Rolle im Energiestoffwechsel einnimmt. Da die ATP-Konzentration im Muskel mit ca. 5 mmol/kg Muskelmasse jedoch sehr gering ist und nur für maximal „10 Kontraktionen“[55] bzw. wenige Sekunden reicht, ist es notwendig ATP laufend aus Adenosindiphosphat (ADP) und Phosphat zu resynthetisieren. Durch die permanente Regenerierung bleibt der interzelluläre ATP-Spiegel weitgehend konstant. Die hierzu erforderliche Energie liefert die Oxidation von Nährstoffen. Als Grundlage der Energiebereitstellung dienen die Substrate Fett, Kohlenhydrate und Eiweiß. Dem Organismus stehen hierzu vier Stoffwechselprozesse zur Verfügung.[56]

Bei der Hydrolyse von Kreatinphosphat (CrP) wird ein energiereiches Phosphat direkt auf das Adenosindiphosphat übertragen, was in unmittelbarer Nähe der kontraktilen Einheit des Muskels geschieht. Dieser Vorgang erfolgt sehr schnell und benötigt keinen Sauerstoff, jedoch sind die Kreatinreserven sehr klein und reichen etwa für weniger als 20 s bei maximaler Intensität. Diese Form der Energiebereitstellung bezeichnet man anaerob alaktazid.

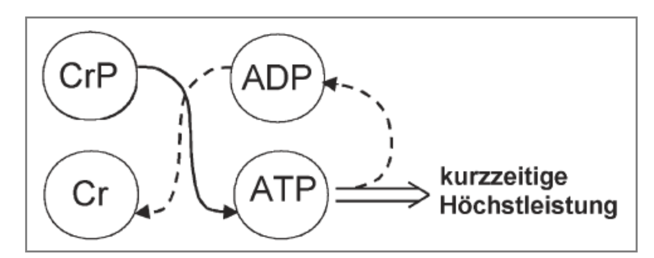


Abbildung 8: Hydrolyse von Kreatinphosphat, aus NEBEL (2002), S. 214

Die anaerobe Glykolyse verbraucht ebenfalls keinen Sauerstoff. Beim Abbau von Glukose zu Pyruvat wird aus ADP und freiem Phosphat ATP resynthetisiert. Das hierbei entstehende NADH wird in der Atmungskette zu NAD^+ oxidiert. Ist dies aufgrund von zu wenig Mitochondrien nicht möglich oder das Pyruvat gelangt nicht schnell genug ins Mitochondrium, wird es im Zytoplasma (Grundsubstanz

52 Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 31.
53 Vgl. SHEPHARD (1993), S. 42.
54 Vgl. NEWSHOLME/BLOMSTRAND/MCANDREW/U. A. (1993), S. 349f.
55 SILBERNAGL/DESPOPOULOS (2007), S. 73.
56 Vgl. BOUTELLIER/ULMER (2005), S. 911 - 913.

der Zelle) als Oxidationsmittel genutzt. Dadurch entsteht Laktat. Man spricht von anaerob laktazider Energiebereitstellung (vgl. Abbildung 10).

Um große Mengen an ATP aus Glukose zu gewinnen, benötigt der Organismus Sauerstoff (Oxidation von Kohlenhydraten). In den Mitochondrien werden aus Pyruvat die benötigten Mengen an ATP bereitgestellt. In den Zitronensäurezyklus mündet das Abbauprodukt Pyruvat, um dem Kreislauf als Acetyl-CoA, an das Coenzym A gebundene Essigsäure, zur Verfügung zu stehen. Acetyl-CoA kann dabei als das zentrale Abbauprodukt der verschiedenen Nährstoffklassen bezeichnet werden. Bei diesen Vorgängen wird der Acetylrest des Acetyl-CoA schrittweise zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut.

Formel 2: Bildung der aktivierten Essigsäure, nach DE MARÈES (2003), S. 350

$$\text{Pyruvat} + \text{CoA} + \text{NAD}^+ + \text{H}_2\text{0} \rightarrow \text{Azetyl-CoA} + \text{NADH} + \text{H}^+ + \text{CO}_2$$

Über die β -Oxidation werden Fettsäuren in den Mitochondrien dem Zitronensäurezyklus zugeführt (Oxidation von Fettsäuren). Hieraus werden mit Hilfe von O_2 gleich viel ATP mit den Endprodukten H_2O und CO_2 erzeugt wie über die Oxidation von Glukose.

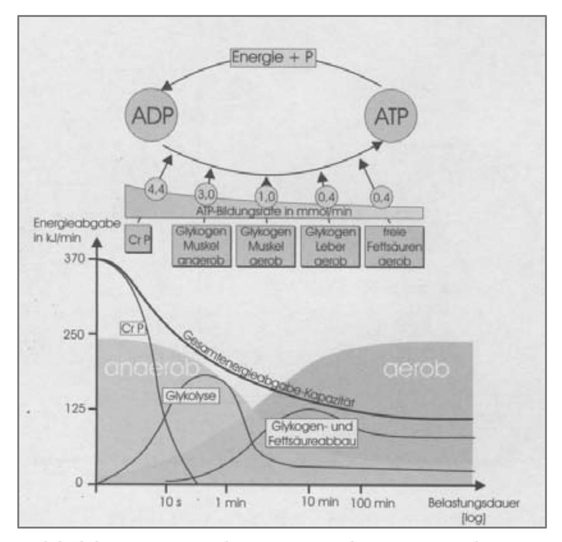


Abbildung 9: Mechanismen der Energiebereitstellung im zeitlichen Verlauf, aus HOMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 52

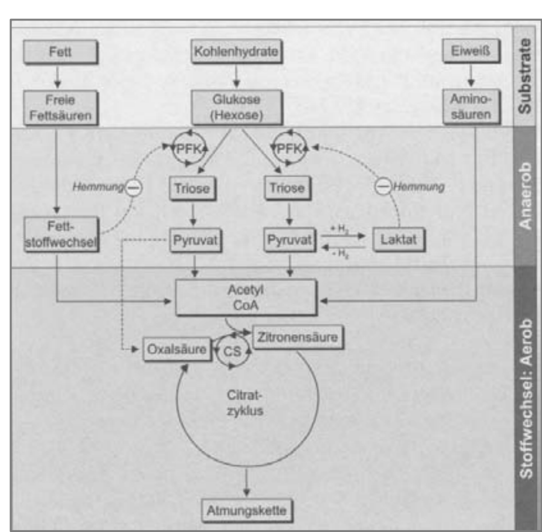


Abbildung 10: Schema der Energiegewinnung, aus HOHMANN/LAMES/LETZELTER (2007), S. 54

Schließlich kann auch Eiweiß zu Aminosäuren hydrolysiert werden, um daraus Energie zu gewinnen. Diese Form der Energiebereitstellung dient jedoch nur als Notstoffwechsel, da die Aminosäuren nur über den Umweg der Glukoneogenese in der Leber dem Energiestoffwechsel zur Verfügung stehen.[57]

[57] Vgl. PAHLKE (1999), S. 55.

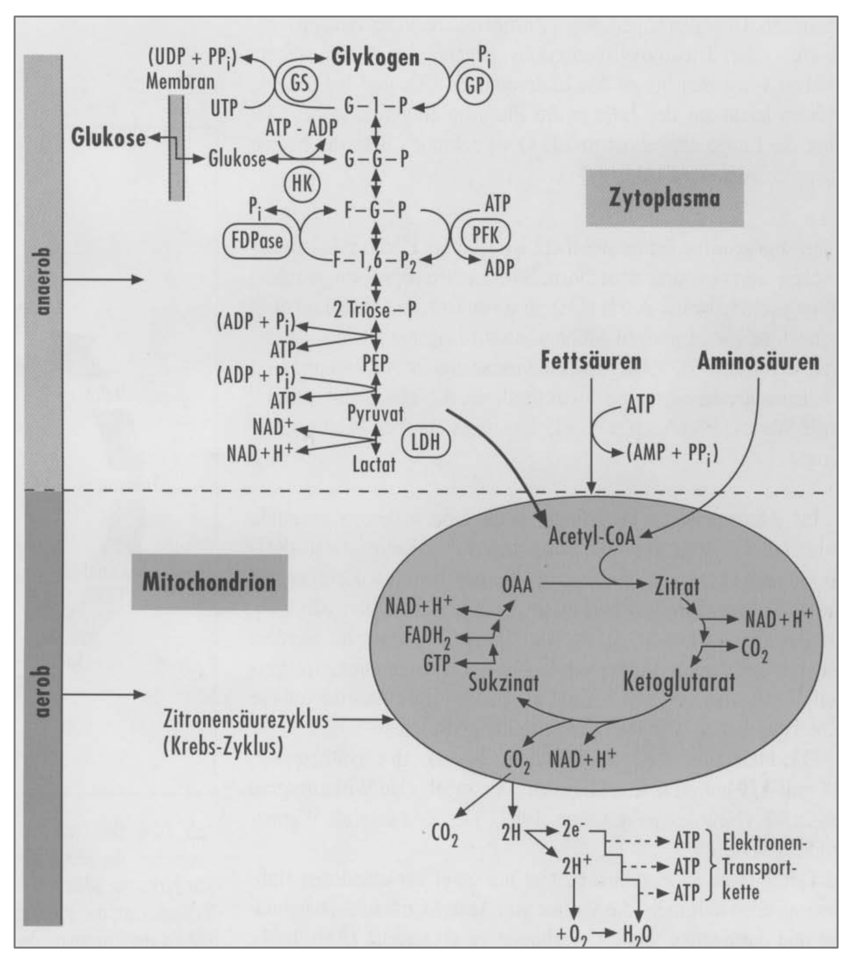


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Zitronensäurezyklus, aus HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 67

Die im Zitronensäurezyklus gewonnenen, an die Coenzyme NAD^+ und FAD gebundenen Elektronen werden der Atmungskette zugeführt. Mittels der durch die oxidative Phosphorylierung frei werdenden Energie wird ATP gebildet.

Einen Überblick über die Energiegewinnung der einzelnen Substrate und deren Kenngrößen gibt die folgende Tabelle. Wie in der Abbildung 9 bereits zu erkennen ist, hat die Hydrolyse von CrP die höchsten Stoffwechselraten, jedoch die kürzeste Dauer der Energiereserven. Um längere Belastungen zu bewältigen, werden Glukose und Fette, die in Form von Glykogen und Triglyzeriden im Muskel gespeichert sind, mit überwiegend aerober Energiebereitstellung verstoffwechselt. Die anaerobe Glykolyse schränkt aufgrund der Übersäuerung der Muskulatur und der Absenkung des pH-Werts durch Laktat die Dauer und die Intensität der körperlichen Aktivität ein.

Tabelle 2: Substrate der Energiegewinnung und deren Kerngrößen, nach BOUTELLIER/ULMER (2005), S. 911

Substrat	Endprodukt	ATP-Synthese [mmol x kg^{-1} x s^{-1}]	Dauer
Kreatinphosphat	Kreatin + Phosphat	1,6 – 3,0	10-20 s
Glykogen	Laktat	1,0	4 min
Glykogen + O_2	CO_2 + H_2O	0,5	100 min
Triglyzeride + O_2	CO_2 + H_2O	0,25	Tage

Die Endprodukte der Energiebereitstellung werden zum Teil wieder umgewandelt, um daraus weiter Energie zu gewinnen, oder ausgeschieden. Das in der Muskulatur anfallende CO_2 gelangt ins Blut und wird in Form von Bikarbonat in die Lunge geleitet und dort abgeatmet.[58] Das Laktat, das bei der anaeroben Energiebereitstellung anfällt, wird entsprechend den Laktatkonzentrationsgradienten ins Blut transportiert. In den Zellen der FTO- und ST-Muskelfasern sowie in der Herzmuskulatur und der Leber kann Laktat zu Pyruvat zurückgeführt und wieder oxidiert werden. Das überschüssige Laktat wird ebenfalls gepuffert und über die Atmung abgeatmet.

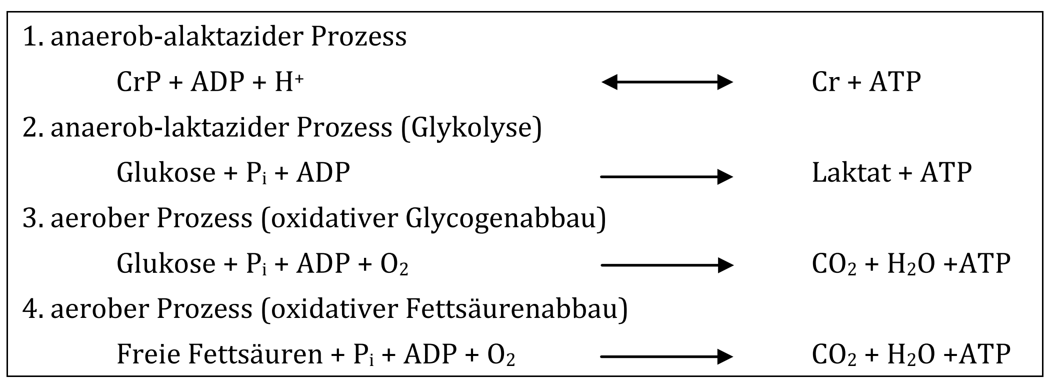


Abbildung 12: Vereinfachte Überblicksdarstellung der ATP-Resynthese, mod. nach ZINTL/EISENHUT (2004), S. 52

1.3.2 Adaptation durch Ausdauerbelastungen

Die Anpassungsreaktionen des Organismus auf Ausdauerbelastungen betreffen das Atem- und Herzkreislaufsystem sowie die Energiebereitstellungsprozesse und den aktiven Bewegungsapparat. Beim kardiopulmonalen System kommt es zur „Vergrößerung der Kapazität in den O_2-aufnehmenden, O_2-transportierenden und O_2-verwertenden Systemen“[59].

Dies wird im Bereich der Lunge durch eine Vergrößerung der Respirationsfläche, einer Erweiterung der alveolokapillaren Diffusionskapazität für Sauerstoff und

[58] Vgl. BOUTELLIER/ULMER (2005), S. 912.
[59] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 69.

durch die Ausweitung des Lungenkapillarnetzes erreicht.[60] Sowohl die Atmung als auch die Herzarbeit ökonomisiert sich. Die Anpassungen spiegeln sich in einer Erhöhung des Atemäquivalents und in der Senkung der Ruhe- und Arbeitsherzfrequenz bei gleicher Belastung wider. Das Herz hat einen geringeren Sauerstoffeigenbedarf und kann eine größere Leistung durch die Steigerung von Schlagvolumen und Herzminutenvolumen erzielen.[61]

Langfristiges Ausdauertraining führt zu strukturellen Veränderungen am Herzen. Es kommt zur Ausbildung des Sportherzens, das durch eine Herzmuskelhypertrophie, eine Volumenvergrößerung und Verbesserung der Koronardurchblutung charakterisiert ist.[62]

Im peripheren Kreislauf kommt es zu einer vergrößerten Kapillarisierung der Skelettmuskulatur und zu einer verbesserten intramuskulären Blutverteilung, wobei das Gesamtblutvolumen zunimmt.[63]

Sowohl in der Muskulatur als auch in der Leber vergrößern sich die Energiespeicher und die aerobe Glukoseverwertung erhöht sich, was zu einer Verbesserung der aeroben Kapazität und Leistungsfähigkeit führt. Der Anteil der freien Fettsäuren am Energieumsatz nimmt zu.[64]

Im Allgemeinen vermindert sich die Ermüdbarkeit der trainierten Muskulatur und es kommt zu einem Anstieg der Muskelkraft. Je nach Ausprägung des Ausdauertrainings bezogen auf die Energiebereitstellung ändert sich die Faserstruktur des Muskels. So fördert ein aerobes Ausdauertraining die Zunahme der langsamen ST-Muskelfasern. „Anderseits ist bekannt, daß Ausdauertraining innerhalb der schnellen Muskelfasern zu einer Transformierung führen kann und zwar von Typ IIB nach IIA."[65]

Ein moderates aerobes Ausdauertraining führt zu einer Stärkung der immunologischen Abwehr und steigert damit die allgemeine gesundheitliche Konstitution.[66]

1.3.3 Formen der Ausdauer

Die Strukturierung der Ausdauer unterscheidet sich in der Sportmedizin und der Trainingswissenschaft. So unterteilen Hollmann und Hettinger (2000) als Vertreter der Sportmedizin die Ausdauer nach dem Anteil der beanspruchten Muskulatur

[60] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 68.
[61] Vgl. HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 426.
[62] Vgl. KINDERMANN (2000), S. 308.
[63] Vgl. DE MARÈES (2003), S. 307.
[64] Vgl. ENGELHARDT/NEUMANN (1994), S. 117.
[65] HENRIKSSON (1993), S. 68.; (Typ IIA = FTO-Muskelfaser; Typ IIB = FTG-Muskelfaser)
[66] Vgl. NEUMANN/PFÜTZNER/BERBALK (1998), S. 107.

in lokale und allgemeine Ausdauer.[67] Die Grenze hierzu liegt bei 1/7 bis 1/6 der gesamte Skelettmuskulatur, was in etwa einer unteren Extremität entspricht. Weiter wird hier biochemisch nach der Energiebereitstellung in aerob und anaerob und im nächsten Schritt nach der Art der Bewegung in statisch und dynamisch differenziert. Bei der allgemeinen aeroben Ausdauer verwenden Hollmann und Hettinger eine zeitbezogene Unterteilung in Kurzzeit-, Mittelzeit- und Langzeitausdauer, die jedoch in ihrer Begrifflichkeit von der zeitlichen Definition der Trainingswissenschaften abweicht.[68]

Die Trainingswissenschaften beziehen in die zeitliche Strukturierung die vergleichbaren Wettkampfbereiche ein, die mit höchstmöglicher Belastungsintensität absolviert werden können. So liegt eine Kurzzeitausdauer (KZA) bei einem Belastungsumfang von 35 sec bis 2 min, eine Mittelzeitausdauer (MZA) von 2 bis 10 min und eine Langzeitausdauer (LZA) von 10 min bis zu mehreren Stunden vor. Die Langzeitausdauer untergliedert sich in vier Untergruppen, entsprechend der zeitlichen Belastung.[69]

Bedeutend für das sportartspezifische Leistungsvermögen wird die Unterteilung in Grundlagenausdauer (GLA) und spezielle Ausdauer (spA) erachtet. Die Grundlagenausdauer wird hierbei als „Basisfähigkeit für alle Arten sportartspezifischer Ausdauer“[70] gesehen. Das Training der Grundlagenausdauer hat zum Ziel, die aerobe Leistungsfähigkeit, die Funktionsfähigkeit des kardio-pulmonalen Systems und des Energiestoffwechsels zu verbessern. So kann die Grundlagenausdauer zum einen als „sportartunabhängige Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei Langzeitbelastungen“[71] dienen und zum anderen in speziellen Ausdauerdisziplinen „ein wesentlicher Bestandteil wettkampfspezifischer Ausdauerleistungen“[72] sein.

Trainingsmethodisch fassen Zintl und Eisenhut (2004) die verschiedenen Begrifflichkeiten des Gesamtkomplexes Ausdauer in zwei grundsätzliche Arten der Ausdauer zusammen und differenzieren diese weiter nach Ausdauertypen. Die Grundlagenausdauer spiegelt sich in diesem Zusammenhang als „Basischarakter für Gesundheit, Fitness und für die Entwicklung anderer sportmotorischer Fähigkeiten“[73] wider. Die spezielle Ausdauer wird nach der disziplinspezifischen Belastungsstruktur in den Ausdauersportarten und dem optimalen Verhältnis von Intensität und Dauer definiert.

---

[67] Vgl. HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 262f.
[68] Vgl. ebd., S. 293f.
[69] Vgl. MARTIN/CARL/LEHNERTZ (2001), S. 174.
[70] HARRE (2008d), S. 181.
[71] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 44.
[72] HARRE (2008d), S. 182.
[73] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 45.

Tabelle 3: Übersicht zu den Arten und Typen der Ausdauer, nach ZINTL/EISENHUT (2004), S. 45

Arten	Grundlagenausdauer	Spezielle Ausdauer
Typen	Allgemeine Grundlagenausdauer: Übungsneutrale Grundausdauer des Gesundheits- und Fitnessbereichs Spezifische Grundlagenausdauer: Übungsgebundene Basisausdauer der Ausdauerdisziplinen Azyklische Grundlagenausdauer: Basisausdauer für unregelmäßig wechselnde Beanspruchung in Spiel- oder Kampfsportarten	Kurzzeitausdauer 35 sec – 2 min Mittelzeitausdauer 2 – 10 min Langzeitausdauer I 10 -35 min Langzeitausdauer II 35 – 90 min Langzeitausdauer III 90 min – 6 h Langzeitausdauer IV > 6 h

1.3.4 Methodik und Ziele des Ausdauertrainings

Das Training der Ausdauer hat trainingswissenschaftlich betrachtet zum Ziel „ermüdungsbedingte Leistungsverluste bei Wettkampf- und Trainingsbelastungen zu verringern“[74]. Dadurch sollen die Belastbarkeit und die sportliche Leistung verbessert werden. Die in 1.3.2 genannten physiologischen Anpassungen spielen in der Sportmedizin und im gesundheitsorientierten Sport eine wesentliche Rolle. In Anbetracht der unterschiedlichen Ziele und der komplexen Erscheinungsform der Ausdauer sind die Veränderungen nur unter Verwendung differenzierter Trainingsmethoden zu erreichen. Im Folgenden werden hierzu die Grundmethoden und die Auswahl der Methoden der vorliegenden Arbeit dargelegt.

Bei der Darstellung der Methoden im Ausdauertraining sind die Grundmethoden von den speziellen Trainingsmethoden zu differenzieren. Zu den erstgenannten zählen die Dauer-, Intervall-, Wiederholungs- und Wettkampfmethode.

Die Dauermethode ist gekennzeichnet durch ein „Üben ohne Pause“[75]. Die Belastung ist länger andauernd mit einer minimalen Dauer von 30 min. Die Intensität reicht von gering bis hoch. Dem angepasst ist die Beanspruchung im aeroben und aerob-anaeroben Energiebereitstellungsbereich zu finden. Diese Form des Trainings zur Verbesserung der Grundlagenausdauer wirkt sich hauptsächlich auf eine Ökonomisierung bzw. Entwicklung der Herz-Kreislauf-Arbeit, auf den aeroben Stoffwechsel und auf die Verbesserung der Fettverbrennung aus. Je nach Dauer wird es zur Regenerationsbeschleunigung oder zum Fettstoffwechseltraining angewendet. Im Fitness- und Gesundheitstraining hat diese Methode aufgrund seiner physiologischen Effekte einen großen Stellenwert. Die Dauermethode wird untergliedert in eine kontinuierlich extensive bzw. intensive und variable Form. Als Kenngröße dient hierzu die Intensität, die in der einen Durchführung konstant

[74] HARRE (2008c), S. 347.
[75] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 114.

bleibt und in der anderen einen planmäßigen Wechsel innerhalb einer gewissen Bandbreite erfährt. Davon grenzt sich das Fahrtspiel ab, bei dem ein unplanmäßiger Wechsel mit breitem Intensitätsspektrum stattfindet.

Tabelle 4: Kenngrößen der Dauermethoden (DM), nach ZINTL/EISENHUT (2004), S. 119f.

Belastungs-normativa	**Extensive DM**	**Intensive DM**	**Variable DM**
Intensität	45 – 70% VO_{2max}	75 – 85% VO_{2max}	50 – 85% VO_{2max}
Dauer	30 min – 6 Std.	20 min – 3 Std.	30 min – 3 Std.
Kennzeichen	Gleichbleibende Intensität		Planmäßiger Wechsel der Intensität

Die extensive Dauermethode ist kennzeichnet durch eine Intensität von etwa 50 – 70% der maximalen Sauerstoffaufnahme und einer Belastungsdauer von 20 min bis mehrere Stunden. Diese Methode des Ausdauertrainings findet in dieser Arbeit in der Gruppe der isoliert trainierenden Personen Anwendung.

Die Charakteristik der Intervallmethode ist ein wiederholter systematischer Wechsel zwischen Belastungs- und Erholungsphasen,[76] wobei die Erholung nicht vollständig ist. Die Dauer der Pause ist abhängig von der Belastungsintensität, der Belastungsdauer und dem Trainingszustand. Die Methode wird durch die Intensität in die extensive und intensive Intervallmethode und nach der Dauer klassifiziert.

Die extensive Methode dient der Ausbildung der aeroben Kapazität und der Entwicklung des Herz-Kreislaufsystems. Durch die höheren Intensitäten als bei der Dauermethode kommt es zu einer Verbesserung des gemischt aerob-anaeroben Stoffwechsels und der Anhebung der individuellen anaeroben Schwelle. Bei der intensiven Intervallmethode stehen die Erweiterung der anaeroben Kapazitäten und die Steigerung der Laktatproduktion und deren Toleranz im Mittelpunkt.[77]

Tabelle 5: Kenngrößen der Intervallmethoden (IM), nach ZINTL/EISENHUT (2004), S. 121-124

Belastungs-normativa	**Extensive IM mit Langzeitintervall**	**Extensive IM mit Mittelzeit-intervall**	**Intensive IM mit Mittelzeit-intervall**	**Intensive IM mit Kurzzeitintervall**
Intensität	75 – 85% VO_{2max}	80 – 90% VO_{2max}	90 – 95% VO_{2max}	95 – 100% VO_{2max}
Dauer	3 – 8 min (15 min)	1 – 3 min	60 – 90 sec	20 – 40 sec
Pause	bis 3 min	2 (– 3) min	mind. 3 min	30 – 90 sec
Umfang	50 – 60 min	40 – 45 min	20 – 25 min	20 – 30 min
Serien	6 – 10	9 – 15	3 – 6	6 – 10

[76] Vgl. HARRE (2008c), S. 353.
[77] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 122f.

Das Ausdauertraining der alternierenden Trainingsform der vorliegenden Untersuchung entspricht am ehesten der extensiven Intervallmethode mit Langzeitintervallen.

Die Wiederholungsmethode ist gekennzeichnet durch eine Unterbrechung der Belastung in Form von vollständigen Pausen. In diesen Erholungsphasen sollen nach einer intensiven Belastung die beanspruchten Systeme nahezu auf das Ausgangsniveau gebracht werden. Die langen Pausen über 5 min ermöglichen so die weitere Leistungsfähigkeit für die erneuten intensiven Belastungen im Wettkampfbereich. Die Belastungsdauer richtet sich nach der Größe der Wettkampfdistanz und bewegt sich in einem Spektrum von 20 sec bis 10 min. Die Ziele der Wiederholungsmethode sind die Anpassung an wettkampfspezifische Belastungen und das Training der dazu notwendigen Ausdauerfähigkeit.[78]

Bei der Wettkampfmethode werden wettkampftypische Beanspruchungen im Maximalbereich trainiert. Diese Methode „fördert die Ausbildung der wettkampfspezifischen Ausdauer und der komplexen Wettkampffähigkeiten“[79]. Sie dient auch der Kontrolle der Wettkampfleistung. Die Belastungsdauer richtet sich nach der Wettkampfdistanz. Es werden auch Belastungen in Unter- bzw. Überdistanz absolviert, die bis zu 25% von der Wettkampfdistanz abweichen. Neben den physischen Anpassungen an die Wettkampfsituation spielen psychische und taktische Faktoren in dieser Form des Ausdauertrainings eine wesentliche Rolle.

Aufgrund der Ausrichtung und Intensität finden die beiden zuletzt genannten Methoden im fitness- und gesundheitsorientierten Ausdauertraining keine Anwendung.

Um gesundheitsrelevante Anpassungserscheinungen, wie zuvor dargestellt, zu erreichen, ist es notwendig den Gesamtumfang des Trainings zu konkretisieren. Hierzu unterscheiden Zintl und Eisenhut (2004) zwischen dem Gesundheitsminimalprogramm und dem Gesundheitsoptimalprogramm.

Das Gesundheitsminimalprogramm dient nicht sportgewohnten Menschen mit einem minimalen Zeitaufwand ein möglichst effektives Training zur gesundheitlichen Adaptation durchzuführen. Dabei muss die Belastung als dynamische Beanspruchung großer Muskelgruppen bei einer geringen bis leichten Intensität erfolgen. Die Bruttobelastungszeit pro Woche beträgt ca. 60 min, die auf maximal 5 Trainingseinheiten aufgeteilt werden können.[80]

[78] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 125.
[79] HARRE (2008c), S. 357.
[80] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 136f.

Als „Idealnorm für Gesundheitsstabilität und allgemeine Fitness“[81] wird eine Leistungsfähigkeit von 3 bis 4 Watt pro kg Körpergewicht definiert.[82] Um diese Werte zu erreichen bzw. zu erhalten, ist ein Trainingsumfang von 3 Stunden pro Woche bei einer Intensität von 50 – 70% der maximalen Herz-Kreislauf-Leistung notwendig (Gesundheitsoptimalprogramm). Dabei kann die Trainingshäufigkeit von täglich bis minimal drei Trainingseinheiten pro Woche variieren. Die Art des Trainings beschränkt sich hierbei nicht auf ein Ausdauertraining. Entscheidend sind die durchschnittliche Intensität und die Beanspruchung von mehr als 1/6 der Skelettmuskulatur. Auch Spiel- und Mannschaftssportarten können im Rahmen des Gesundheitsoptimalprogramms eingesetzt werden.

Tabelle 6: Belastungskomponenten der Gesundheitsprogramme, mod. nach ZINTL/EISENHUT (2004), S 136f. und 141f.

Belastungskomponenten	Minimalprogramm	Optimalprogramm
Bruttobelastungszeit/Woche	60 min	3 Std. (2 – 4 Std.)
Intensität	50%	60 – 80%
Dauer	12 – 30 min/TE	30 – 70 min/TE
Häufigkeit/Woche	2 – 5 mal	3 – 6 mal

1.4 Wechselwirkungen eines Kraft- und Ausdauertrainings

Die Kompatibilität von kombiniertem Kraft- und Ausdauertraining wurde vielfach in unterschiedlicher Art und Weise untersucht. Die Einflüsse und Wechselwirkungen des gleichzeitigen Trainings von Ausdauer und Kraft zeigen sich in widersprüchlicher Weise.

In einem Review von Leveritt et al. (1999) zum gleichzeitigen Training von Kraft und Ausdauer kommen die Autoren zu dem Schluss, dass ein Ausdauertraining die Kraftentwicklung behindert, verglichen mit alleinigem Krafttraining. Bei den zugrunde liegenden Studien, bei denen das Ausdauertraining durch Laufen erfolgte, konnten die Überlagerungen nachgewiesen werden. Bei Fahrradbelastungen waren die Muster der Störungen inkonsistent. Auch konnte nur bei einer Untersuchung ein negativer Einfluss auf die Ausdauerleistung durch Krafttraining bestätigt werden. Die Interferenzen wurden bei einigen Studien nicht in dem Maße bestätigt. Zusammenfassend weisen die Autoren darauf hin, dass der Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen schwierig ist, da die Designs der Studi-

[81] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 141.
[82] Vgl. DE MARÈES (2003), S. 455.

en sehr unterschiedlich sind und oft sehr spezifische Trainingsformen überprüfen.[83]

Hickson konnte als Erster im Jahre 1980 das Überlagerungsphänomen darlegen, das bei einem Ausdauertraining auf die Kraftentwicklung auftritt. Weitere Studien belegen diese Erkenntnisse in unterschiedlicher Weise, die in dem oben genannten Review zitiert werden. Aktuellere Studien weisen auch auf die Ergebnisse Hicksons hin.[84]

Izquierdo et al. (2005) untersuchten über einen Trainingszeitraum von 16 Wochen die Kraft- und Ausdauerentwicklung und die Hypertrophie der Knie- und Armstreckmuskulatur bei einem zweimaligen Training pro Woche in Gruppen, die entweder Kraft oder Ausdauer oder kombiniert trainierten. Sie konnten zeigen, dass sich keine Unterschiede bei dem Zuwachs der Muskelquerschnittsfläche der Knieextensoren zwischen den Gruppen ergaben. Bei den Armstreckern erzielte nur die Krafttrainingsgruppe signifikante Vergrößerungen. Die Kraftzuwächse der Beinmuskulatur waren in den ersten acht Wochen bei der Kraft- und Kombigruppe gleich, im weiteren Verlauf verbesserte sich die Kraftgruppe signifikant mehr als die Kombigruppe. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Ausdauerverbesserung. So erreichten alle Gruppen zu Beginn deutliche Steigerungen, jedoch konnten nur die Ausdauer- und Kombigruppe dies im weiteren Verlauf ausbauen.[85]

Auch Glowacki et al. (2004) wiesen einen besseren Kraftzuwachs der Beinmuskulatur bei der Krafttrainingsgruppe gegenüber einer kombiniert trainierenden Gruppe junger Männer nach. Jedoch konnten sie die Überlagerungen nicht bestätigen.

> *„Our findings do not support the existence of an "interference phenomenon" between concurrent resistance and endurance training with respect to strength gains."*[86]

Der Frage nach den strukturellen Veränderungen gingen Putman et al. (2004) nach, da die vorliegende Literatur inkonsistente Ergebnisse liefert.[87] Über einen Trainingszeitraum von 12 Wochen erfolgten bei der Kombigruppe in größerem Ausmaß ein Übergang der schnellen Muskelfasertypen zu langsamen Typen und ein abgeschwächter Zuwachs der Fast-Twitch-Muskelfasern im Vergleich zu der Krafttrainingsgruppe.[88]

[83] Vgl. LEVERITT/ABERNETHY/BARRY/U. A. (1999), S. 414 - 426.
[84] Vgl. HICKSON (1980), S. 258 - 261.
[85] Vgl. IZQUIERDO/HÄKKINEN/IBANEZ U. A. (2005), S. 72f.
[86] GLOWACKI/MARTIN/MAURER/U. A. (2004), S. 2126.
[87] Vgl. hierzu: KRAEMER/PATTON/GORDON/U. A. (1995), MCCARTHY/AGRE/GRAF/U. A. (1995), BELL/SYROTUIK/MARIN/ U. A. (2000) und LEVERITT/ABERNETHY/BARRY/U. A. (2003)
[88] Vgl. PUTMAN/XU/GILLIES/U. A. (2004), S. 378 - 380.

Die Einflüsse eines kombinierten Trainings auf neuromuskuläre Anpassungserscheinungen untersuchten McCarthy et al. (2002) und konnten zeigen, dass auf der einen Seite das Ausmaß der Muskelhypertrophie durch ein kombiniertes Training im Vergleich zu einem isolierten Krafttraining nicht beeinträchtigt wird. Auf der anderen Seite steigert das Krafttraining alleine das maximale Drehmoment der Knieextensoren, wobei die maximale neuronale Aktivierung nicht signifikant angestiegen ist. Eine Veränderung der Fasertypverteilung durch Krafttraining konnte nicht dargelegt werden. Als Resultat geben die Autoren an, dass bei allen neuromuskulären Messungen ähnliche Ergebnisse für alle Gruppen erreicht wurden.

Es lässt sich zusammenfassen, dass der wechselseitige Einfluss von Kraft- und Ausdauertraining in verstärktem Maße zum einen bei intensiven Belastungen und zum anderen bei gleichzeitigem Training derselben Muskelpartien zum Tragen kommt. Es ist hierbei unerheblich, ob das Training in einer Trainingseinheit durchgeführt wird oder an zwei verschiedenen Tagen.

Ebenso weisen aktuelle Studien darauf hin, dass ein kombiniertes Training einen Vorteil gegenüber dem isolierten Training von Kraft und Ausdauer hat.

Im Bereich des Leistungssports bzw. bei gut trainierten Ausdauerathleten konnte gezeigt werden, dass ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining keinen Einfluss auf die maximale Sauerstoffaufnahme hat.[89] Jedoch konnten die Leistung um die anaerobe Schwelle verbessert[90] und die 5km-Laufzeiten verringert werden[91]. Ebenso zeigten sich signifikante Verbesserungen der Maximalkraft der Beinstreckmuskulatur, der Sprunghöhe und der Sprungkraft im Vergleich zu reinem Ausdauertraining.[92]

Leveritt et al. (2003) und Bell et al. (2000) konnten in gemischt geschlechtlichen Untersuchungen darlegen, dass ein kombiniertes Training dem isolierten Training von Kraft oder Ausdauer adäquat bzw. überlegen ist. So verbesserten sich die Maximalkraft der Kniestrecker und der Beinstreckmuskulatur und auch die VO_{2peak} signifikant analog der Ausdauer- bzw. Krafttrainingsgruppen.

Mehrere Untersuchungen mit rein männlichen Probanden weisen auf eine annähernd gleiche Kraftentwicklung durch ein kombiniertes und isoliertes Training der Kraft hin. So konnten Chtara et al. (2008), Glowacki et al. (2004), Häkkinen et al. (2003b), Holviala et al. (2010) und McCarthy et al. (1995) dies für die Beinstreckmuskulatur, für die Übung des Bankdrückens und zum Teil für die Sprungkraft und deren Komponenten bestätigen. Für Parameter der Ausdauerleistungsfähigkeit ist

[89] Vgl. MILLET/JAOUEN/BORRANI/U. A. (2002), S. 1354 und LATORRE/VERNILLO/FIORELLA/U. A. (2008), S. 54.
[90] Vgl. MILLET/JAOUEN/BORRANI/U. A. (2002), S. 1355.
[91] Vgl. LATORRE/VERNILLO/FIORELLA/U. A. (2008), S. 54f.
[92] Vgl. MILLET/JAOUEN/BORRANI/U. A. (2002), S. 1355f.

dies nicht so eindeutig belegt. Jedoch zeigt sich auch hier, dass ein kombiniertes Training bei Männern signifikante Verbesserungen annähernd einem isolierten Ausdauertraining haben kann. Dies zeigen die Studien von Chtara et al. (2005), Holviala (2010) und McCarthy et al. (1995). Ergänzend sei erwähnt, dass ein hoch intensives Ausdauertraining (HIT) in einem Wechseltraining von Kraft und Ausdauer nicht so große Zuwächse hervorruft, die Reihenfolge des Trainings innerhalb einer Einheit jedoch keine Rolle spielt.[93]

Für Frauen zeigen die Untersuchungen von Gravelle und Blessing (2000), Hendrickson et al. (2010), Kraemer et al. (2001) und Sillanpää et al. (2009) bei der Kraft gleiche bzw. annähernd gleiche Entwicklungen bei Gruppen mit kombiniertem Training wie bei Krafttrainingsgruppen. Gegenüber einem reinen Step-Aerobic Training weist ein kombiniertes Training deutlich größere Verbesserungen der Ausdauer- und Kraftparameter auf.[94] Im Bereich der Ausdauer konnte eine Studie belegen, dass bei kombiniertem Kraft- und Ausdauertraining und reinem Ausdauertraining gleiche Steigerungen zu erzielen sind.[95]

Eine Trainingsform, die der in dieser Arbeit eingesetzten nahe kommt, wurde bei Frauen von Davis et al. (2008) untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die Integration eines Ausdauertrainings in ein Krafttraining eine größere Verbesserung der Beinkraft und der Kraftausdauer der Beinmuskulatur als in einem separierten Training von Kraft und Ausdauer hat. Darüber hinaus konnte ein positiver Einfluss auf die fettfreie Körpermasse und das Körperfett erreicht werden.[96]

Der Einfluss eines kombinierten Trainings wurde ebenfalls bei älteren Menschen untersucht. Dabei zeigte sich, dass sich die Ausdauerleistung im kombinierten Training signifikant gleich bzw. mehr verbesserte als bei einem alleinigen Ausdauertraining gemessen an der 6-Minuten-Gehstrecke[97] und an der maximalen Arbeitslast[98]. Ähnliche Ergebnisse lieferten Untersuchungen für die Entwicklung der Kraft.[99]

Zusammenfassend lässt sich aus den vorliegenden Untersuchungen und der dargestellten Datenlage schließen, dass es zur Verbesserung von Kraft und Ausdauer – was inhaltlich einem gesundheitsorientierten Fitnessprogramm entspricht – zwingend erforderlich ist, beide Formen der konditionellen Fähigkeiten zu trainieren. Die Studienlage zeigt dies und bekräftigt das Training in kombinierter Weise. Die

[93] Vgl. CHTARA/CHAOUACHI/LEVIN/U. A. (2008), S. 1043f.
[94] Vgl. KRAEMER/KEUNING/RATAMESS/U. A. (2001), S. 263f.
[95] Vgl. HENDRICKSON/SHARP/ALEMANY/U. A. (2010), S. 1202 - 1205.
[96] Vgl. DAVIS/WOOD/ANDREWS/U. A. (2008), S. 1491 - 1497.
[97] Vgl. LAMBERS/VANLAETHEM/VANACKER/U. A. (2008), S. 488.
[98] Vgl. IZQUIERDO/HÄKKINEN/IBANEZ/U. A. (2005), S. 439 - 441.
[99] Vgl. hierzu: VERNEY/KADI/SAAFI/U. A. (2006), S. 292 und WOOD/REYES/WELSCH/ U. A. (2001), S. 1755.

dargestellten Studien weisen in einzelnen Fällen zwar reduzierte Verbesserungen bei kombinierter Trainingsweise gegenüber alleinigem Training von Kraft oder Ausdauer auf, dies ist jedoch in Anbetracht des Trainingsziels, Erhalt und Verbesserung des allgemeinen Fitnesszustandes, nicht relevant und zu vernachlässigen. Interferenzen sind vor allem bei intensiven Belastungen derselben Muskelgruppen durch Kraft und Ausdauertraining zu erwarten.

> *„As the training for physical fitness calls for the development of muscle strength, power and endurance, the present findings indicate that construction and/or periodical prioritization of maximal strength and/or endurance exercise is important for overall fitness training.“*[100]

Um eventuell auftretende Störungen bezüglich der Kraft- und Ausdauerentwicklung in der besonderen Trainingsform des alternierenden Trainings, die bis dato nicht hinreichend untersucht wurde, zu vermeiden, wurde in der vorliegenden Arbeit auf ein gleichzeitiges Training derselben Muskelgruppen durch Ausdauer- und Krafttraining verzichtet.

1.5 Training im Fitness- und Gesundheitsbereich

Gemäß der Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist Gesundheit „a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity“[101]. So bezeichnet Gesundheit nicht nur das frei sein von Krankheiten, sondern darf hauptsächlich als psycho-soziales und physisches Wohlbefinden verstanden werden. Darauf aufbauend ist der Begriff Fitness zu sehen. Denn zu dem Wohlbefinden ist „ein bestimmter Anspruch von Leistungsfähigkeit“[102] hinzuzufügen, wie Martin et al. (2001) definieren:

> *„Fitness ist ein durch Training, gezielte Ernährung und gesunde Lebensführung bewußt angestrebter psycho-physischer Leistungszustand, der über gesundheitliches Wohlbefinden hinausgeht.“*[103]

So ist der Übergang von einem Gesundheitstraining zu einem Fitnesstraining fließend. Die Unterschiede liegen weniger in der Art und Durchführungsweise des Trainings, sondern sind eher durch die Motive der Menschen für die Aktivitäten geprägt. Ein Gesundheitstraining wird von denjenigen Personen durchgeführt, die aufgrund einer inaktiven und bequemen Lebensweise etwas für ihre Gesundheit tun müssen oder wollen. Das Training soll den Bewegungsmangel ausgleichen und hat so eine kompensatorische Funktion. Da Fitness einen gewissen Aspekt der Leistungsverbesserung implementiert, hat es mehr Zukunftsausrichtung. Der Un-

[100] HÄKKINEN/ALEN/KRAEMER/U. A. (2003), S. 51.
[101] WHO, http://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf, abgefragt am 22.02.2011
[102] MARTIN/CARL/LEHNERTZ (2001), S. 319.
[103] Ebd., S. 319.

terschied zum Gesundheitstraining liegt neben dem präventiven Charakter in einer größeren Trainingssystematik und -häufigkeit sowie höheren Belastungsanforderungen.[104]

Das Training im Fitness- und Gesundheitsbereich sollte sowohl Kraft- als auch Ausdauerkomponenten beinhalten. Weitere sportmotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Flexibilität, Dehnfähigkeit, Koordination und Entspannungsfähigkeit haben vor allem im gesundheitsorientierten Fitnesssport einen wichtigen Stellenwert. Zwar wird die Ausdauer als „zentraler Fitness-Baustein im Gesundheitsbereich“[105] gesehen, aber das Krafttraining hat in den letzten 15 Jahren immer mehr an Bedeutung durch eine große Anzahl von Publikationen gewonnen, die den gesundheitlichen Wert des Krafttrainings betonen.[106] Buskies und Boeckh-Behrens (2009) sehen innerhalb eines gesundheitsorientierten Fitnesstrainings die aerobe Ausdauer, die Kraftausdauer und den Muskelaufbau neben der optimalen Beweglichkeit und anderen Elementen als die „Säulen der Fitness“[107]. So haben sich aus den vorherrschenden Meinungen eine Vielfalt von Trainingsprogrammen im Fitness- und Gesundheitsbereich entwickelt, die sich aus den in 1.2.3 und 1.3.4 dargestellten Methoden zusammensetzen. Eine besondere Form des Trainings im Fitness- und Gesundheitsbereich stellt das Circuit Training oder Kreistraining dar, das im Folgenden näher beschrieben wird.

1.6 Kreistraining – Circuit Training

Die Väter des Circuit Trainings (circuitus *lat.* = Umlauf, Rundgang) sind Morgan und Adamson, die diese Trainingsmethode als Form des Krafttrainings für den Schulsport entwickelten, evaluierten und 1958 veröffentlichten.[108] Dies führte dazu, dass diese Trainingsform im Leistungstraining der – zu Beginn vor allem englischen – Fußball-, Rugby- und Leichtathletikklubs übernommen wurde, da sie „in der Organisation und Durchführung trotz großer Einfachheit äußerst effektiv ist“[109]. Scholich (1988) ergänzte und erweiterte das Kreistraining für den Schul- und Wettkampfsport. Er nennt als Ziel des Kreistrainings, „die Hauptmuskelgruppen im Wechsel, das Herz-Kreislauf- und Atmungs-System sowie den Stoffwechsel [...] ständig zu belasten“[110]. Von den in Abbildung 13 schematisch dargestellten Hauptmuskelgruppen wird eine belastet, während sich die anderen aktiv erholen können. In der Praxis werden einzelne Übungen in einem oder mehreren Durchgängen absolviert. Dabei ist pro Muskelgruppe eine Übung vorgesehen, die in der

104 Vgl. MARTIN/CARL/LEHNERTZ (2001), S. 320.
105 BÖS/BANZER (2006), S. 239.
106 Vgl. BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2006), S. 255.
107 BUSKIES/BOECKH-BEHRENS (2009), S. 12.
108 Vgl. HARRE (2008c), S. 362.
109 SCHOLICH (1988), S. 39.
110 Ebd., S. 40.

Regel mit nur einer Serie trainiert wird.[111] Die Reihenfolge der Übungen ist hierbei nicht festgelegt. Diese Form des Trainings eignet sich besonders für ein Kraftausdauertraining und zur Vergrößerung des Muskelquerschnitts.[112]

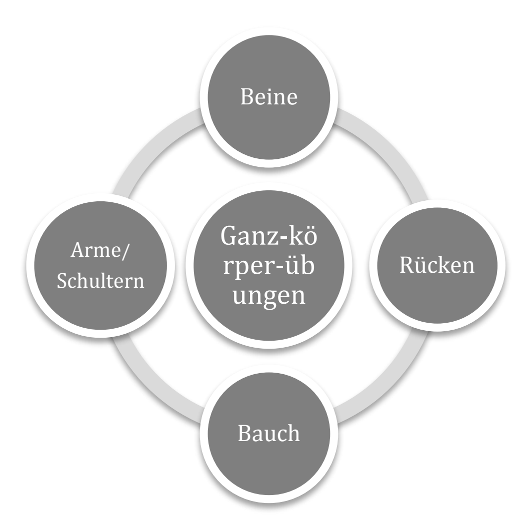


Abbildung 13: Schematische Darstellung des Kreistrainings, mod. nach SCHOLICH (1988), S. 40

Allgemein sollte ein fitnessorientiertes Kraft-Zirkeltraining aus 8 bis 12 Übungen bestehen, das von Anfängern ein- bis zweimal und von regelmäßig Trainierenden mindestens dreimal durchlaufen wird.[113]

Mittlerweile haben sich aus diesen Grundformen, die überwiegend aus gymnastischen Übungen in der Halle bestehen, verschiedenartige Varianten an Trainingsgeräten entwickelt. Mit dem Kraft-Ausdauer-Zirkel an Geräten hat die Fa. miha, Augsburg, in den 90er Jahren eine neue Form des Trainings im Fitness- und Gesundheitsbereich auf den Markt gebracht. Seither haben alle großen Hersteller der Geräteindustrie verschiedene Zirkel-Systeme in ihren Programmen. Bei vielen Systemen handelt es sich um reine Kraftzirkel, jedoch bieten einige Hersteller Kombinationen mit Ausdauergeräten an, um den Anforderungen an ein ausgewogenes Fitnesstraining und den Ansprüchen der Kunden gerecht zu werden. Das Konzept des Zirkeltrainings an Trainingsgeräten zielt zum Teil auf spezielle Nutzergruppen ab. Für viele Personen ist es durch das allgemeine Training großer Muskelgruppen eine Möglichkeit mit geringem zeitlichem Aufwand das Training zu absolvieren. Auch Trainingsanfänger profitieren von der allgemein gehaltenen Auswahl der Geräte, um in das Gerätetraining einzusteigen. Für spezielle Personengruppen werden die Zirkel auf deren Bedürfnisse ausgerichtet. So bieten verschiedene Hersteller Gerätekombinationen für Senioren, Übergewichtige oder Personen mit Rückenproblemen an. Die Vorteile für die Trainer und Studiobetreiber bestehen in der einfachen Ablauforganisation, der verbesserten Betreuungsquali-

[111] Vgl. LETZELTER/LETZELTER (1986), S. 249.
[112] Vgl. MARTIN/CARL/LEHNERTZ (2001), S. 136.
[113] Vgl. ZIMMERMANN (2002), S. 204.

tät, der Möglichkeit zur Abrechnung mit den Krankenkassen, dem Ansprechen neuer Zielgruppen, der besseren Trainingskontrolle sowie der besseren Auslastung bei einer Entlastung zu Stoßzeiten.[114]

Tabelle 7: Relevante kommerzielle Anbieter von Gerätezirkeln, mod. nach HOOGESTRAAT (2008), S. 48.

Hersteller	Zirkelname
milon industries GmbH	milon Zirkel
Nautilus	Complete-Circuit
Dr. Wolff	Präventions-Park
Star Trac Germany GmbH	Instinkt Kraftgeräte
emotion fitness	motion power line
effective circuit-training	effective classic-circuit
Fitpartner / HUR-Finnland	HUR-Lifetime Circle
gym80 internatinal GmbH	Circular
Precor Deutschland	Contura Zirkel
Johnson Health Tech.	Präventionszirkel
Life Fitness	Circuit Series
TECA	LMT/Switching
Technogym	Easy Line Zirkel
mkb-system Manfred Keller	Ganzkörper Zirkelsystem
Air Maschine/Panatta Group	Kiklos
tri-dent GmbH	Vitalitätsoase
Wellness und Figur	Active Move Fitness Line

In mehreren Studien wurde das Circuit Training an Trainingsgeräten mit einem Ausdauer- und/oder Krafttraining in verschiedensten Trainingsmethoden und Trainingsformen verglichen.

Die Effekte eines gleichzeitigen Ausdauer- und Kraftzirkeltrainings untersuchten Chtara et al. (2008) und wiesen einen Kraftzuwachs bei einem kombinierten Training ähnlich dem eines alleinigen Krafttrainings nach. Jedoch konnten sie auch belegen, dass ein hochintensives Training im Wechseltraining nicht so effektiv ist wie ein moderates Training. Dies liegt wohl an der Tatsache, dass sie die Beanspruchung der Beinmuskulatur beleuchtet haben und es hier zu kontraproduktiven Effekten aufgrund der Wechselwirkungen des Ausdauer- und Krafttrainings kommt,[115] wie auch in dem Review von Leveritt et al. (1999) dargestellt ist.[116]

Gettman et al. (1978) verglichen ein Kraftzirkeltraining an 10 Trainingsgeräten mit einem reinen Ausdauertraining über 20 Wochen und konnten belegen, dass das Kraftzirkeltraining signifikant bessere Ergebnisse bei den Kraft- und Körperkenn-

[114] Vgl. HOOGESTRAAT (2008), S. 49.
[115] Vgl. CHTARA/CHAOUACHI/LEVIN/U. A. (2008), S. 1041f.
[116] Vgl. LEVERITT/ABERNETHY/BARRY/U. A. (1999), S. 415.

größen aufwies, jedoch eine geringere Steigerung der Ausdauerleistung zu verzeichnen war.[117]

In einer weiteren Studie von Gettman et al. (1982) konnten die Autoren belegen, dass ein reines Kraftzirkeltraining einem gemischten Kraft- und Lauftraining nicht überlegen ist. Beide Trainingsgruppen konnten signifikante Verbesserungen der VO_{2max}, der Kraftparameter und des Körperfettanteils erzielen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass beide Trainingsformen geeignete Maßnahmen sind, um die physische Fitness zu steigern.[118]

Die Anpassungsreaktionen an ein 10-wöchiges Kraftzirkeltraining auf die Skelettmuskulatur und die Hormonkonzentrationen untersuchten Harber et al. (2004) an untrainierten Männern. Die Probanden konnten bei 9 von 10 Kraftübungen das 1-Wiederholungsmaximum signifikant verbessern. Die prozentuale Zusammensetzung der Muskelfasertypen veränderte sich nicht, jedoch vergrößerte sich die Querschnittsfläche der Typ IIa-Fasern (FTO-Fasern). Molekular änderte sich signifikant der Prozentanteil der Myosin Heavy Chains (MHC) Isoformen[119] bei den Typ IIa- und IIb-Fasern (FTG-Fasern). Keine Veränderungen konnten bei den Hormonen Testosteron und Cortisol sowie deren Quotient dargestellt werden.[120]

Kaikkonen et al. (2000) untersuchten, welchen Einfluss ein niedrig intensives Kraftzirkeltraining auf die maximale aerobe Leistung bei wenig trainierten Erwachsenen hat. Durch ein 40-minütiges Kraftzirkeltraining (3 mal 10 Stationen) über 12 Wochen konnten die Probanden einen nahezu gleichen signifikanten Zuwachs der maximalen Sauerstoffaufnahme erreichen wie die Gruppierung, die ein 40-minütiges Ausdauertraining absolvierte. Bei den Kraftparametern konnte bis auf die Testübung „Kniebeugen mit Zusatzlast" nur die Krafttrainingsgruppe signifikante Verbesserungen erzielen.[121]

In weiteren Untersuchungen, die im Folgenden kurz zusammengefasst sind, wurde ein Kraft- und Ausdauerzirkeltraining an speziellen Probandengruppen untersucht. So wurden die Trainingsformen nach Geschlecht differenziert untersucht, ferner an Soldaten, Senioren und Koronarpatienten beleuchtet.

Ein kombiniertes Kraftzirkel- und Ausdauertraining im Rahmen eines 13-wöchigen Militär-Trainings-Programms zeigte bei jungen Soldaten, dass die Kraft-

[117] Vgl. GETTMAN/AYRES/POLLOCK/U. A. (1978), S. 173 - 176.
[118] Vgl. ebd., S. 231 - 233.
[119] Myosin Heavy Chain (MHC, dt. Schwere Kette des Myosins) zählt neben den Aktinfilamenten zu den Hauptbestandteilen der dicken Filamente im Sarkomer der Myofibrille. Mithilfe der Isoformen lässt sich die Muskelfaser genau typisieren.
[120] Vgl. HARBER/FRY/RUBIN/U. A. (2004), S. 179 - 182.
[121] Vgl. KAIKKONEN/YRJÄMÄ/SILJANDER/U. A. (2000), S. 213f.

werte durch das Training an jeweils 7 Geräten der oberen und unteren Extremität signifikant ansteigen, ebenso die Leistung beim 2-Meilen-Lauf.[122]

Bei einer Untersuchung an schlecht trainierten Soldatinnen und Soldaten der U.S. Air Force konnten Wescott et al. (2007) zeigen, dass ein Training über zwölf Wochen in einem kurzen Kraft-Ausdauer-Zirkel einen größeren Nutzen als ein 60-minütiges aerobes Ausdauertraining hat. So verbesserte sich nur die Kraft-Ausdauer-Zirkel-Gruppe in den Parametern 2400m-Lauf, Liegestütz und Crunches sowie in dem Test Score[123] und dem Bauchumfang.[124]

Paoli et al. (2010) zeigen in ihrer Untersuchung an älteren Männern, dass es zu einem größeren Kraftzuwachs der Bein- und Brustmuskulatur bei einem alternierenden Training gegenüber einem reinen Ausdauertraining kommt. Die Veränderungen in den Parametern Körpergewicht, Körperfett und Bauchumfang fallen signifikant besser in den Kraft-Ausdauergruppen aus.[125]

Die Effekte eines Kraftzirkeltrainings bei Senioren untersuchten Wieser und Haber (2007) über zwölf Wochen. Sie konnten zeigen, dass sich neben dem Körperfettanteil und der Hautfaltendicke an Arm und Bein auch die maximale Sauerstoffaufnahme und die Leistung pro kg Körpergewicht signifikant verbesserten. Bei den Kraftverbesserungen konnten signifikante Steigerungen von bis zu 38% erreicht werden.[126]

Sehr ähnliche Ergebnisse zeigt die Studie von Takeshima et al. (2004), die bei Senioren über 12 Wochen ein gemischtes Kraft- und Ausdauertraining durchführten. Gegenüber der Kontrollgruppe konnte die Trainingsgruppe die VO_2 an der Laktatschwelle und die VO_{2peak} signifikant steigern. Ebenso steigerte sie an allen Kraftübungen bis auf die Brustpresse die Drehmomente und die maximale Kraft signifikant. Bei den anthropometrischen Größen verringerte sich der Körperfettanteil und bei den Blutwerten verbesserte sich das HDL-Cholesterin.[127]

Den Unterschied zwischen einem Ein-Satz-Kraftzirkel und einem Mehr-Satz-Training untersuchten Marx et al. (2001) bei jungen, aktiven, untrainierten Frauen. Sie konnten zeigen, dass ein Mehr-Satz-Training mit hohen Umfängen gegenüber dem Ein-Satz-Kraftzirkeltraining überlegen ist. Jedoch hatte die Mehr-Satz-Trainingsgruppe über den Untersuchungszeitraum von 6 Monaten deutlich mehr Trainingseinheiten (vier Trainingseinheiten pro Woche versus drei bei der Kraftzirkel-Gruppe) und deutlich höhere Umfänge bei periodisierten Intensitäten, so

[122] Vgl. HORTOBÁGYI/KATCH/LACHANCE (1991), S. 24 - 28.
[123] Der Test Score ist alters- und geschlechtsspezifisch abgeleitet von den Summenscores der einzelnen Übungen.
[124] Vgl. WESTCOTT/ANNESI/SKAGGS/U. A. (2007), S. 632 - 634.
[125] Vgl. PAOLI/PACELLI/BARGOSSI/U. A. (2010), S. 47.
[126] Vgl. WIESER/HABER (2007), S. 62 - 64.
[127] Vgl. TAKESHIMA/ROGER/ISLAM/U. A. (2004), S. 176 - 180.

dass die Ergebnisse kritisch betrachtet werden müssen. Die Kraftzirkel-Gruppe verringerte den Körperfettanteil und verbesserte alle Kraftwerte signifikant. Nur die Leistung beim Wingate-Test[128] und beim 40-Yard-Sprint konnte diese Gruppe nicht signifikant steigern.[129]

In einer weiteren Untersuchung zu einem Kraft-Ausdauer-Zirkeltraining an jungen Frauen konnten Mosher et al. (1994) deutliche Verbesserungen über einen Trainingszeitraum von zwölf Wochen belegen. So steigerte die Trainingsgruppe signifikant die maximale VO_2 und die Zeit auf dem Laufband sowie alle erhobenen Kraftparameter und reduzierte signifikant den Körperfettanteil und die fettfreie Masse.[130]

In einem ähnlichen Untersuchungsdesign wie das der vorliegenden Arbeit konnten Davis et al. (2008) bei jungen sportlichen Damen zeigen, dass ein integriertes gleichzeitiges Kraft- und Ausdauertraining keine Nachteile gegenüber einem nacheinander durchgeführten Kraft- und Ausdauertraining in einer Trainingseinheit hat. Über eine Trainingsphase von 11 Wochen konnten die Probandinnen die Kraftwerte der unteren und oberen Extremität signifikant verbessern, wobei bei der unteren Extremität das integrierte Training signifikant besser abschnitt als das nacheinander durchgeführte Training. Ebenso unterschieden sich die Gruppen signifikant in der Abnahme der fettfreien Masse, dem Körperfettgehalt und der Oberkörperbeweglichkeit. Daten über die Ausdauerleistungsfähigkeit wurden nicht erhoben.[131]

Auch in der kardialen Rehabilitation zeigen Untersuchungen, in denen die Effekte eines Circuit Trainings überprüft wurden, einen deutlichen Benefit für Patienten mit kardialen Erkrankungen. So konnten Maiorana et al. (2000) an 13 Probanden mit chronischer Herzinsuffizienz belegen, dass ein Kraftzirkeltraining über 8 Wochen mit 24 Trainingseinheiten eine signifikante Steigerung der VO_{2peak}, der Muskelkraft und der Dauer des Belastungstests nach sich zog.[132]

In einer Metaanalyse von Christodoulos et al. (2003) zum Krafttraining in der kardialen Rehabilitation konnten die Autoren an ausgewählten Studien über ein Zirkeltraining bei Herzpatienten belegen, dass diese Form des Trainings sowohl zu deutlichen Kraftzunahmen als auch zu signifikanten kardiopulmonalen bzw. hämodynamischen Anpassungen führte.[133] Bei einer Kombination eines Kraftzirkeltrai-

[128] Der Wingate-Test ist ein anaerobes Testverfahren auf dem Fahrradergometer, bei dem der Sportler über 30 sec in Abhängigkeit seines Körpergewichts belastet wird. Bei einer Bremskraft von 0,75-1,05 N/kg KG soll der Sportler eine maximale Umdrehungszahl treten. Die maximale Leistung wird dann bei der maximalen Umdrehungsgeschwindigkeit gemessen (vgl. HECK/SCHULZ (2002), S. 205.).
[129] Vgl. MARX/RATAMESS/NINDL/U. A. (2001), S. 639.
[130] Vgl. MOSHER/UNDERWOOD/FERGUSON/ U. A. (1994), S. 146.
[131] Vgl. DAVIS/WOOD/ANDREWS/ U. A. (2008), S. 1491 - 1497.
[132] Vgl. MAIORANA/O´DRISCOLL/CHEETHAM/ U. A. (2000), S. 1566 - 1568.
[133] Vgl. CHRISTODOULOS/VOLAKLIS/TOKMAKIDIS (2003), S. 209 - 211.

nings mit Ausdauertraining sind „markante positive zentrale und periphere Herz-Kreislauf-Anpassungen zu erwarten“[134].

In einer Studie an jungen Diabetikern und Nichtdiabetikern verbessert ein aerobes Zirkeltraining mit fünf Ausdauerstationen und jeweils fünf Kraft- bzw. Fitnessübungen über zwölf Wochen die Ausdauerleistungsfähigkeit und Kraft signifikant. Ebenfalls verringern sich Körperfett und fettfreie Masse signifikant.[135]

Eben diese Kombination von Kraft- und Ausdauertraining in Form eines Zirkeltrainings an Geräten wurde überwiegend nur an speziellen Gruppen untersucht.[136] Die unterschiedlichen Effekte auf die Kraft- und Ausdauerfähigkeit und die anthropometrischen Daten lassen die Frage aufkommen, wie sich ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining in Form eines Zirkeltrainings im gesundheitsorientierten Fitnesstraining anwenden lässt und welche Effekte zu erwarten sind. Somit kommt der Grundgedanke dieser Arbeit auf, diese spezifische Trainingsform im Bereich des Fitness- und Gesundheitssports genauer zu betrachten und Effekte dieser innovativen Trainingsform nachzuweisen.

1.7 Fragestellung und Hypothesen

Die anschließende Untersuchung soll die Frage beantworten, ob ein Fitnesstraining an Geräten, das hinsichtlich ihrer Methode und Organisationsform neuartig ist, bei trainierten Fitnesssportlern Ausdauer, Kraft und Anthropometrie verändert und wie die Trainingsmethoden von den Versuchspersonen akzeptiert werden. Die Veränderung der Ausdauerleistungsfähigkeit wird durch Parameter des kardiopulmonalen Systems quantifiziert. Die Entwicklung der Kraftfähigkeit wird über Krafttests an Geräten und der Veränderung der Gesamtkraft quantifiziert. Die Anthropometrie soll Aufschluss über die Anpassungsreaktionen des Organismus auf ein Kraft- und Ausdauertraining liefern.

Um die Effekte der Bereiche Ausdauer, Kraft, Anthropometrie und Akzeptanz zu erfassen, werden hierfür die abhängigen Variablen operationalisiert. Für den Bereich der Ausdauer lassen sich die Parameter maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max}), maximale Leistung (P_{max}) und Leistung an der ventilatorischen anaeroben Schwelle (P_{VAT}) sowie die relativen Werte zum Körpergewicht der VO_{2max} und der P_{max} definieren. Für die Beantwortung der Entwicklung der Kraft können das Ein-Wiederholungsmaximum (1-RM) an den einzelnen Trainingsübungen und die absolute und relative Gesamtkraft festgelegt werden. Um die Anpassungsreaktionen auf den Organismus zu manifestieren, dienen das Körpergewicht, der Body-

[134] CHRISTODOULOS/VOLAKLIS/TOKMAKIDIS (2003), S. 209.
[135] Vgl. MOSHER/NASH/PERRY/ U. A. (1998), S. 654.
[136] Vgl. DAVIS/WOOD/ANDREWS/ U. A. (2008)

Mass-Indes (BMI) und der Körperfettgehalt. Zur Bestimmung der Akzeptanz erfolgt eine Befragung der Probanden mittels des Akzeptanzfragebogens.

Hinsichtlich des methodischen Vorgehens werden 4 Gruppen von Probanden formuliert, die ihr Training über zwölf Wochen nach einer alternierenden oder isolierten Methode (unabhängige Variablen) absolvieren. Die theoretischen Überlegungen und die Auswertung der Studienlage werfen zur weiteren Betrachtung diese Fragen auf:

- Wie unterscheiden sich die Gruppen mit unterschiedlichen Trainingsformen über den Untersuchungszeitraum?
- Wie unterscheidet sich die Akzeptanz des Trainings zwischen den Trainingsgruppen?
- Welchen Einfluss haben die unterschiedlichen Trainingsmethoden auf anthropometrische Kennwerte und Leistungsparameter von Kraft und Ausdauer?
- Welche anthropometrischen Parameter verändern sich durch das Training über den Untersuchungszeitraum?
- Wie verändert sich die Akzeptanz der Methoden über den Untersuchungszeitraum?
- Welchen Einfluss auf die anthropometrischen Parameter und Leistungsparameter hat ein Wechsel der Trainingsmethode?

Aus den Fragestellungen zur Untersuchung ergeben sich folgende Hypothesen:

$H_{1Ausdauer}$: Eine Unterbrechung des Ausdauertrainings durch ein Krafttrainingsintervall hat Auswirkungen auf die maximale und relative Sauerstoffaufnahme und die maximale und relative Leistung sowie die Leistung an der VAT.

$H_{0Ausdauer}$: Eine Unterbrechung des Ausdauertrainings durch ein Krafttrainingsintervall hat keine Auswirkungen auf die maximale und relative Sauerstoffaufnahme und die maximale und relative Leistung sowie die Leistung an der VAT.

H_{1Kraft}: Eine Unterbrechung des Krafttrainings durch ein Ausdauerintervall hat Auswirkungen auf das Ein-Wiederholungsmaximum und die Gesamtkraft.

H_{0Kraft}: Eine Unterbrechung des Krafttrainings durch ein Ausdauertrainingsintervall hat keine Auswirkungen auf das Ein-Wiederholungsmaximum und die Gesamtkraft.

$H_{1Anthropometrie}$: Die beiden Trainingsmethoden unterscheiden sich in den anthropometrischen Kenngrößen Körpergewicht und Körperfett zwischen Beginn und Ende der Trainingsphase.

$H_{0Anthropometrie}$: Die beiden Trainingsmethoden unterscheiden sich nicht in den anthropometrischen Kenngrößen Körpergewicht und Körperfett zwischen Beginn und Ende der Trainingsphase.

$H_{1Akzeptanz}$: Die alternierende Trainingsmethode unterscheidet sich von der isolierten Trainingsmethode in der Akzeptanz der Probanden.

$H_{0Akzeptanz}$: Die alternierende Trainingsmethode unterscheidet sich nicht von der isolierten Trainingsmethode in der Akzeptanz der Probanden.

$H_{1Wechsel}$: Ein Wechsel der Trainingsmethode hat keinen Einfluss auf die Parameter von Ausdauer, Kraft, Anthropometrie und Akzeptanz im Vergleich zu den Nicht-Wechslern.

$H_{0Wechsel}$: Ein Wechsel der Trainingsmethode hat einen Einfluss auf die Parameter von Ausdauer, Kraft, Anthropometrie und Akzeptanz im Vergleich zu den Nicht-Wechslern.

Im Folgenden wird das Untersuchungsdesign und die unabhängigen und abhängigen Variablen dargestellt sowie die notwendigen Messtechniken und Messgrößen erläutert.

2 Methodik

Tabelle 8: Übersicht über die Methodik

Studienprotokoll:	Experimentelle Untersuchung mit Messwiederholung
Versuchsgruppen:	4 Gruppen mit unterschiedlichem Ablauf der beiden Trainingsmethoden
Unabhängige Variablen:	Alternierende Trainingsform, isolierte Trainingsform
Abhängige Variablen:	Parameter der Anthropometrie, des kardiopulmonalen Systems und des muskulären Funktionssystems und zur Akzeptanz
Messverfahren:	Messung der anthropometrischen Kenngrößen, leistungsdiagnostische Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit und der Kraftfähigkeit, Fragebogen zur Akzeptanz der Trainingsmethoden
Treatment:	12-wöchiges Training nach den Trainingsmethoden
Messzeitpunkte:	Vor Beginn des Trainings, nach 6 Wochen und am Ende

2.1 Studienprotokoll

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine experimentelle Untersuchung mit Messwiederholung. Durch das multivariate Design werden Variablen, die die Anthropometrie und die Leistungsentwicklung von Kraft und Ausdauer und die Akzeptanz widerspiegeln, erhoben.[137] Als abhängige Variable werden Körpergewicht, Körperfett, Hautfaltendicke, Ausdauerleistung, Sauerstoffaufnahme, Leistung am aerob-anaeroben Übergang, Ein-Wiederholungsmaximum und die Akzeptanz der Trainingsmethode definiert. Das Treatment gliedert sich in zwei unterschiedliche Trainingsformen. Somit werden als unabhängige Variablen die alternierende und die isolierte Trainingsform angegeben.

Die Testzeitpunkte zur Erhebung der körperbezogenen Kennwerte und der Leistungsparameter erfolgen vor der Treatmentphase, zum Wechsel der Methode bzw. nach sechs Trainingswochen und am Ende der Treatmentphase. Der Zwischentest dient zur Anpassung der Trainingsintensitäten. Die Gesamttreatmentzeit beträgt 12 Trainingswochen.

Im Folgenden werden die einzelnen Verfahren zur Datenerhebung und die untersuchten Parameter sowie die Trainingsformen näher beschrieben.

[137] Vgl. ROCKMANN/BÖMERMANN (2006), S. 71 - 77.

2.2 Untersuchungsbedingungen

Die Untersuchung wurde im Zeitraum April 2009 bis Mai 2010 in dem Wellnesscenter und Fitnessstudio der body + soul group AG & Co. KG in Brunnthal bei München durchgeführt. Zur Testung stand ein eigener Raum zur Verfügung. In abgeschirmter Atmosphäre wurden die allgemeinen Kenndaten erhoben und der Test zur Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit in standardisierter Umgebung durchgeführt. Die geforderten Hygiene- und Notfallstandards wurden eingehalten.[138] Für die Erhebung der Kraftparameter und die Trainingsintervention war ein Teil der Trainingsfläche als spezieller Trainingsbereich ausgewiesen. Darin befanden sich die spezifischen Trainingsgeräte für das Kraft- und Ausdauertraining.

2.3 Probandengut

Die Teilnehmer der Untersuchung rekrutierten sich aus dem Kundenpool der Fitnesseinrichtung ‚body + soul' in Brunnthal. Die Interessenten wurden durch Informationsaufsteller im Trainingsbereich auf die Studie aufmerksam gemacht, konnten sich in ausliegende Listen eintragen und wurden persönlich vom Testleiter über den Inhalt und Umfang der Studie informiert. Nach der Information konnten die Personen, sofern sie den Ein- bzw. Ausschlusskriterien entsprachen, über den Verbleib in der Untersuchung selbst entscheiden.

Tabelle 9: Ein- und Ausschlusskriterien

Einschlusskriterien:	Ausschlusskriterien:
– Alter zwischen 20 und 55 Jahren – Erfahrung im Fitness- und Gesundheitstraining von mind. 3 Monaten – Regelmäßiges Training mind. 2 bis 3 mal pro Woche – Mitglied in der Einrichtung	– Kardio-pulmonale Vorerkrankungen – Beeinträchtigungen am Bewegungsapparat, die ein Training mit definierten Intensitäten ausschließen

2.4 Anthropometrische Messgrößen

Die anthropometrischen Daten dienen zur randomisierten Zuteilung der Probanden auf die Untergruppen, als Referenzwerte zur Leistungsdiagnostik und als Vergleichswerte der Trainingsintervention. Die Anthropometrie dient zur „Bestimmung von Größenmaßen und Proportionen des menschlichen Körpers und seiner verschiedenen Teile"[139].

[138] Vgl. HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 70f. und LÖLLGEN/STEINBERG/WINTER (2000), S. 52 – 57.
[139] KENT (1998), S. 27.

Als Messwerte werden das Alter, die Größe, das Gewicht und der Körperfettgehalt erhoben. Zur weiteren Differenzierung werden hieraus die Parameter Body-Mass-Index und fettfreie Masse berechnet.

2.4.1 Größe

Die Größe der Person wird mit Hilfe eines Längenmessstabes (Stadiometer 214, Fa. Seca, Hamburg) in Zentimeter ermittelt. Hierzu stellt sich der Proband auf die dafür vorgesehene Plattform mit den Fersen an den rückwärtigen Anschlag, das Gesäß und den Rücken an den Stab angelehnt. Der Kopf wird in einer festgeschriebenen Position gehalten, die durch die Horizontale der Frankfort-Ebene gekennzeichnet wird, was der physiologischen Kopfhaltung entspricht. Dabei ist die Gerade „durch den oberen Punkt des Gehörgangs und den unteren Punkt der Augenhöhle“[140] in der Waagrechten zu halten.

2.4.2 Körpergewicht

Das Körpergewicht wird mit einer mechanischen, geeichten Flachwaage (seca 762, Fa. Seca, Hamburg) gemessen und in Kilogramm angegeben. Die Skalierung beträgt 500g.

2.4.3 Body-Mass-Index und fettfreie Masse

Aus den beiden Werten Körpergröße und Körpergewicht wird der Body-Mass-Index (BMI) aus dem Quotienten des Gewichts und der quadrierten Körpergröße nach der folgenden Formel berechnet.

Formel 3: Berechnung des Body-Mass-Index, aus DE MARRÉES (2003), S. 409.

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpermasse [kg]}}{\text{Körperlänge}^2\ [\text{m}^2]}$$

Da der BMI „eine positive Beziehung zu den Resultaten der Hautfaltendickenmessung“[141] hat, dient er „zur Charakterisierung von Übergewicht und Adipositas“[142]. Kritik an der Plausibilität des BMI findet sich in der fehlenden geschlechts- und altersspezifischen Differenzierung. Da zwar eine positive Beziehung zu der Hautfaltendicke und somit zum Körperfett besteht, jedoch diese Werte nicht in die Berechnung mit einfließen, werden muskulöse Personen und Sportler aus Kraft- und Schnellkraftsportarten wegen ihrer großen Muskelmasse fehleingeschätzt. Um dem entgegenzuwirken, bedient man sich dem Zwei-Kompartimenten-Modell, bei

[140] KENT (1998), S. 126.
[141] Ebd., S. 62.
[142] DE MARÉES (2003), S. 409.

dem die Körpermasse in Fett und fettfreie Masse (lean body mass, LBM) unterteilt wird. Dabei geht man von der Annahme aus, dass zum einen die proportionale Zusammensetzung und die Dichte der jeweiligen Einzelkomponenten wie Wasser, Eiweiß und Mineralien zwischen den Individuen relativ konstant sind und zum anderen das Körperfett eine konstante Gewebsdichte von 0,9g/ml aufweist.[143]

2.4.4 Körperfett

Die Bestimmung des Körperfettanteils dieser Untersuchung basiert auf der Hautfaltenmessung, der sog. Kalipometrie. Mittels einer Kaliperzange wird die Dicke der Hautfalte an fest definierten Körperpunkten gemessen. Hierzu gibt es mehr als sieben Punkte, wobei die Korrelation zwischen der Summe von sieben und drei Messpunkten mit 0,98 sehr hoch ist.[144] In dieser Untersuchung werden die von Jackson und Pollock (1978) für Männer und für Frauen (1980) definierten drei Messpunkte angewendet. Für Frauen sind es die Punkte am Trizeps (rückwärtiger Oberarm), oberhalb des Beckenkamms und am Oberschenkel.[145] Bei den Männern werden die Punkte an der Brust, am Bauch und am Oberschenkel abgenommen.[146] Die genauen Punkte definieren sich wie folgt: [147]

- Trizeps: senkrechte Falte in der Mitte der Rückseite des Oberarms zwischen Schultergelenk und Ellbogen
- Brust: diagonale Falte am äußeren Ansatz des M. pectoralis, in der Mitte zwischen Brustwarze und Achselhöhle
- Bauch: senkrechte Falte zwei bis drei Zentimeter seitlich des Nabels
- Beckenkamm: horizontale Falte bei der mittleren Axillarlinie direkt oberhalb des Beckenkammknochens
- Oberschenkel: Senkrechte Falte in der Mitte der Vorderseite des Oberschenkels, in der Mitte zwischen der Leistenfalte und der proximalen Grenze der Kniescheibe

[143] Vgl. RASCHKA (2006), S. 92.
[144] Vgl. JACKSON/POLLOCK (1978), S. 500.
[145] Vgl. JACKSON/POLLOCK/WARD (1980), S. 176.
[146] Vgl. JACKSON/POLLOCK (1978), S. 498f.
[147] Vgl. FOLGELHOLM/KUKKONEN-HARJULA/SIEVÄNEN/U. A. (1996), S. 795.

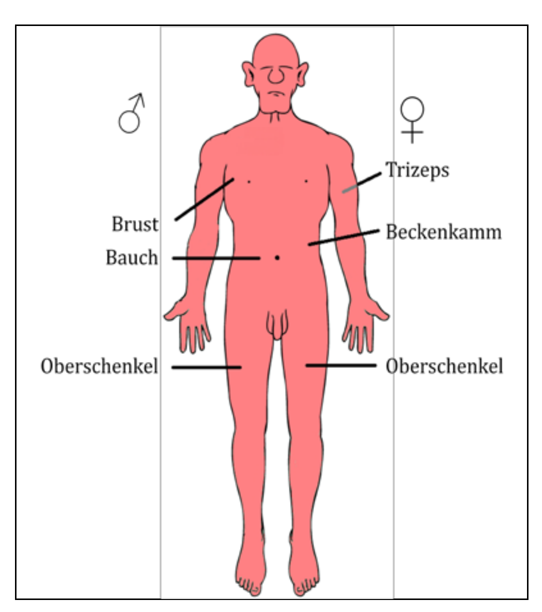


Abbildung 14: Skizze der Messpunkte der Hautfalten[148]

Alle Messpunkte werden auf der rechten Körperseite genommen. Die Hautfalte wird mit Zeigefinger und Daumen abgegriffen und mit der Kaliperzange gemessen. Die Dicke der Falte wird in Millimeter angegeben. Mit Hilfe der von Jackson et al. definierten Formeln, in die die Summe der Hautfalten und das Alter eingehen, kann die Körperdichte berechnet werden.

Formel 4: Berechnung der Körperdichte für Männer und Frauen (mod. nach Jackson et al. (1978 und 1980))

Männer:	Körperdichte = $1{,}10938 - 0{,}0008267 \times \Sigma + 0{,}0000016 \times \Sigma^2 - 0{,}0002574 \times$ Alter
Frauen:	Körperdichte = $1{,}0994921 - 0{,}0009929 \times \Sigma + 0{,}0000023 \times \Sigma^2 - 0{,}0001392 \times$ Alter
Σ = Summe der drei Hautfalten	

Die Bestimmung der Körperdichte mittels Hautfaltenmessung nach Jackson und Pollock ist über 1300mal in wissenschaftlichen Veröffentlichungen zitiert[149] und die Studie von 1978 im British Journal of Nutrition als ‚Citation Classic' wiedergegeben[150]. Somit kann diese Methode als ‚state of the art' bezeichnet werden und ist „mit einem Messfehler von 3% hinreichend genau"[151]. Andere deutlich kosten- und materialintensivere klassische Laboratoriumsmethoden und neuere Methoden wie z. B. die bioelektrische Impendanzmessung weisen eine vergleichbare Messgenauigkeit auf.[152]

148 Auf der rechten Körperseite sind die Messpunkte für die Männer und auf der linken Seite die Messpunkte für die Frauen dargestellt.
149 Vgl. JACKSON/ELLIS/MCFARLIN/U. A. (2009), S. 871.
150 Vgl. TRAYHURN (2004), S. 160.
151 HERM (2003), S. 153.
152 Vgl. ebd., S. 154.

Zur Umwandlung der Werte der Körperdichte in den Prozentwert des Körperfetts (%BF) wird das Zwei-Kompartimenten-Modell nach Siri[153] verwendet. Die Formel nach Siri lautet:

„%BF = [(4.950/Db) – 4,500] x 100“[154], wobei Db die errechnete Körperdichte darstellt.

Dieses Verfahren ist mehrfach mit der Unterwasserdensitometrie und der Dual-Röntgen-Absorptiometrie überprüft worden. Jackson et al. (2009) fassen zusammen:

> *„The published validity correlations and SEE [=Standardfehler] expressed in the metric of body density and Siri 2-C BF% are: men, R 0.905 (SEE 0.008 kg/l, 3.40%); women, R 0.842 (SEE 0.008 kg/l, 3,92%).“*[155]

Pollock et al. (1984) sehen jedoch eine Einschränkung der Genauigkeit der Hautfaltenmessung bei fettleibigen Personen mit einer Hautfaltendicke über 45-50 mm pro Falte[156] und bei einzelnen Messpunkten, die unterschiedlich gut abzugreifen sind. Die Gültigkeit der Messung ist vor allem vom Tester abhängig. Diese ist in der Untersuchung sehr hoch, da alle Probanden von demselben Tester gemessen wurden, der mit über 100 gemessenen Personen zu Testbeginn eine große Erfahrung in der Messmethodik besitzt, was von verschiedenen Autoren gefordert wird.[157] Pro Messpunkt werden in dieser Untersuchung drei Werte ermittelt und daraus der Mittelwert erhoben.

2.5 Fragebögen

Zur Ermittlung der personenbezogenen Daten wird ein Fragebogen eingesetzt. Dieser beinhaltet Fragen zum gesundheitlichen Status und zu den Trainings- und Sportgewohnheiten. Der Gesundheitsfragebogen überprüft die Kriterien, welche eine Teilnahme an der Untersuchung ausschließen. Hierzu zählen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, Einschränkungen der Atmung, stoffwechselbedingte Erkrankungen, Verletzungen am Bewegungsapparat sowie akute Infekte. In dem Trainingsfragebogen werden Fragen zur Trainingserfahrung im Fitnessbereich, zur Häufigkeit und Dauer des Trainings und zu den persönlichen Zielen im Training gestellt. Dadurch wird überprüft, ob die Probanden den Einschlusskriterien genügen.

Neben den physiologischen Veränderungen durch die in der Studie zu untersuchende Trainingsmethodik werden auch Parameter zur Akzeptanz und Effektivität

---

[153] Vgl. SIRI (1961), S. 223 - 244, zit. nach JACKSON/ELLIS/MCFARLIN/U. A. (2009), S. 871.
[154] WAGNER/HEYWARD (2001), S. 652.
[155] JACKSON/ELLIS/MCFARLIN/ U. A. (2009), S. 872.
[156] Vgl. POLLOCK/JACKSON (1984), S. 607.
[157] Vgl. ebd., S. 610.

der Methoden ermittelt. Als Medium wird hierzu ein Fragebogen eingesetzt, der auf die Fragestellung ausgerichtet ist. Pusch und Ulfig (2008) entwickelten hierzu einen Akzeptanzfragebogen, der auf 28 Fragen beruht, die fünfzehn Subskalen zugeordnet werden. Die Fragen werden in Ratingskalen von eins („trifft nicht zu") bis fünf („trifft voll zu") beantwortet. Begründet ist der Fragebogen auf den Befindlichkeitsskalen (BFS) nach Abele und Brehm[158], den Stimmungs- und Befindlichkeitsskalen (SBS) nach Hackfort und Schlattmann[159], der Adjektivliste zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV) nach Kleinert[160] und auf den Arbeiten von Gomer (1995)[161] und Radinger (2001)[162].

> *„Die in sehr einfacher und treffender Weise formulierten Fragen konnten fünfzehn Subskalen zugeordnet werden. Für jede Subskala, mit Ausnahme der Subskalen Wechsel und Trainingsmethode, wurden zwei Items entwickelt, von denen eines invers codiert wurde. Folgende Subskalen wurden für den Fragebogen formuliert:*
>
> | | | |
> |---|---|---|
> | *- Monotonie* | *- Wohlbefinden* | *- Ausdauer* |
> | *- Anstrengung* | *- Freude* | *- Dauer des Trainings* |
> | *- Wechsel* | *- Kraft* | *- Interesse* |
> | *- Weiterführung* | *- Spaß* | *- Trainingsintensität* |
> | *- Empfehlung* | *- Effektivität* | *- Trainingsmethode* |
>
> *Alle Fragen wurden in zufälliger Reihenfolge auf den Fragebögen niedergeschrieben. Am Ende des Fragebogens wurde mit vier freien Fragen die persönliche Meinung der Probanden zur Studie und zur Trainingsmethodik abgefragt. Das Beantworten dieser Frage war für die Versuchsteilnehmer keine Pflicht."*[163]

Der Fragebogen wird zu Beginn der Untersuchung mit den anderen Daten abgefragt, sowie bei den Messzeitpunkten ‚Zwischentest' und ‚Abschlusstest'. Zu Beginn der Untersuchung wird das bisherige, gewohnte Training hinterfragt. Bei den weiteren Erhebungen zum Zwischentest wird das Training in der Zeit vom Beginn der Studie bis zum Zwischentest und zum Abschlusstest ab dem Zwischentest bis zum Ende eruiert.

2.6 Leistungsdiagnostik

„Die sportmedizinische Leistungsdiagnostik basiert auf der Messung physiologi-

---

[158] Vgl. BREHM (2006), S. 325 - 330.
[159] Vgl. HACKFORT/SCHLATTMANN (1995)
[160] Vgl. KLEINERT (2006), S. 157 - 159.
[161] Vgl. GOMER (1995), S. 105 - 112 und 299 - 305.
[162] Vgl. RADINGER (2001), S. 69 - 72 und 227 - 234.
[163] PUSCH/ULFIG (2008), S. 119.

scher Größen während definierter muskulärer Belastung."[164] Die Erhebung der physiologischen Leistungsparameter bezieht sich auf die Ermittlung der Ausdauerleistungsfähigkeit und der Kraftfähigkeit. Die hierzu angewendeten Methoden und Messgrößen sowie die Testverfahren werden im Folgenden dargestellt.

2.6.1 Spiroergometrie

Die Spiroergometrie dient „der globalen Erfassung des O_2-Transportsystems"[165] und der Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Atmung in einer Belastungssituation.

In der sportmedizinischen Praxis erfolgt eine Belastungsuntersuchung mit Ermittlung der Atemleistung in der Regel im Laborbetrieb. Als standardisiertes Verfahren hat sich die Untersuchung auf dem Laufband und dem Fahrradergometer durchgesetzt.[166] Jede dieser Ergometerarten hat ihre Vor- und Nachteile. Die Vorteile einer Testung auf dem Fahrradergometer bestehen vor allem in der „guten Abstufbarkeit und Reproduzierbarkeit der Belastung"[167]. Ein Nachteil der fahrradergometrischen Untersuchung ist die Ermüdung der Oberschenkelmuskulatur bei maximaler Belastung, bevor die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit erschöpft ist.[168] Vorteile der Laufbandergometrie sind zum einen die enge Verwandtschaft zum alltäglichen Gehen und Laufen und zum anderen die „reale maximale Leistungsfähigkeit"[169]. Im Mittel sind die erreichbaren maximalen Leistungsparameter der Laufbandergometrie um 10% höher als bei Fahrradergometerbelastungen.[170] Die Nachteile der Laufbandergometrie sind vor allem bei den Probanden selbst zu finden. Für einen Testunerfahrenen ist es auf dem Laufband bedeutend schwieriger an seine Leistungsgrenze zu gehen aufgrund der Angst vom Laufband zu stürzen. Darüber hinaus ist das Gefahrenpotential bei einer Laufbanduntersuchung deutlich erhöht gegenüber einer Belastung auf dem Fahrradergometer. Gründe hierfür sind die koordinativen Schwierigkeiten, da sich durch das Wegbewegen des Untergrundes bzw. der Lauffläche eine ungewohnte Laufsituation einstellt. Die Abwägung von Vor- und Nachteilen und der Bezug zur Trainingsübung haben zu der Auswahl der Testung auf dem Fahrradergometer geführt.

Die Überprüfung der Atemarbeit hat sich im Zuge der Computerisierung und durch die EDV gestützte Datenerhebung deutlich vereinfacht. Waren Mitte des letzten Jahrhunderts noch große Apparaturen notwendig, so sind heute mobile, tragbare

164 DE MARÉES (2003), S. 439.
165 RÜHLE (2001), S. 43.
166 Vgl. REYBROUCK/GOSSELINK (2001), S. 255.
167 HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 40.
168 Vgl. ebd., S. 41.
169 Ebd., S. 45.
170 Vgl. HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 338f.

Messsysteme zur Bestimmung unter anderem des O_2-Verbrauchs und der CO_2-Ausscheidung während sportlicher Betätigung im Einsatz.[171]

2.6.1.1 Messmethodik

Zur Bestimmung der physiologischen Leistungsparameter der konditionellen Fähigkeit Ausdauer wird in dieser Untersuchung die Spiroergometrieeinheit Oxycon Mobile der Firma CareFusion (ehemals Viasys Healthcare), Höchberg (Deutschland), verwendet. Dies ist ein offenes „mobiles Lungenfunktionsmesssystem, mit dem kardiorespiratorische Funktionen während eines Belastungstests [...] überwacht werden können“[172]. Das System besteht aus einer Analyse- und Telemetrieeinheit, die mittels Schultergurt getragen werden. Die Schnittstelle zum PC erfolgt über den Telemetrieempfänger, der auch die Eicheinheit beinhaltet. Über den PC wird auch das eingesetzte Fahrradergometer, ergoselect 100P, Fa. ergoline, Bitz (Deutschland), mit Blutdruck-Modul gesteuert. Dies ist ein computergesteuertes wirbelstromgebremstes Ergometer mit drehzahlunabhängiger Drehmomentmessung.[173] Als Steuer-, Aufzeichen- und Auswerteprogramm dient die Software LAB-Manager Vers. 5.3.0.4 der Fa. CareFusion, Höchberg (Deutschland).

Die Flussmessung der Spiroergometrieeinheit erfolgt über ein Flügelrad, das durch Lichtschranken im sog. TripleV-Volumensensor, Messimpulse erzeugt, die im Spirosystem verarbeitet werden. Für die O_2-Analyse wird ein optisches Spektrometer nach dem „differenzial-paramagnetische[n] Prinzip“[174] verwendet, das auf den Gesetzmäßigkeiten der Elektrochemie beruht. Die „CO_2-Analyse geschieht über die Infrarotabsorbtion“[175], „basierend auf dem Prinzip der Wärmeleitfähigkeit“[176]. Die Messung der Atemparameter erfolgt für jeden Atemzug durch die breath-by-breath-Methode. Hierbei „werden die Ausatemkonzentrationen [der Atemgase] O_2 und CO_2 über das ausgeatmete Volumen integriert“[177], in elektrische Spannung umgewandelt und als digitale Signale an den Computer gesendet.

2.6.1.2 Messgrößen

Die gewonnenen Daten können in gemessene und berechnete Größen unterteilt werden. Zu den gemessenen Werten zählen Leistung (P) in Watt, Herzfrequenz (Heartrate, HR), Blutdruck (RR), Atemfrequenz (AF), Atemzugvolumen (Tidalvolumen, V_T), Atemminutenvolumen (Ventilation, V_E) sowie die Sauerstoffaufnahme (VO_2) und die Kohlendioxidabgabe (VCO_2). Als abgeleitete Werte bezeichnet man die ventilatorische anaerobe Schwelle (Ventilatory Anaerobic Threshold, VAT), die Atemreserve (Breathing Reserve, BR), den Totraumanteil am Atemzugvolumen,

[171] Vgl. HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 11 - 18.
[172] CARDINALHEALTH (2008), S. 9.
[173] Vgl. ERGOLINE (2006), S. 69.
[174] HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 22.
[175] Ebd., S. 22.
[176] CARDINALHEALTH (2008), S. 14.
[177] KROIDL/SCHWARZ/LEHNIGK (2007), S. 13.

das Atemäquivalent für O_2 und CO_2 (EQO_2 bzw. $EQCO_2$), den Sauerstoffpuls und den Respiratorischen Quotienten (RER).[178] Diese Werte werden in der vorliegenden Untersuchung zur Leistungsbeurteilung und als Kriterien der Ausbelastung herangezogen.

Als Kriterien der Ausbelastung gelten:

- Überschreiten der Sollleistung bezogen auf die anthropometrischen Größen
- Maximale Herzfrequenz: 220 min^{-1} – Lebensalter
- Atemfrequenz > 40 min^{-1}
- Erreichen der Sollwerte von V_E und der VO_2
- Unterschreiten der Grenzwerte der Atemreserve
- RER > 1,15
- EQO_2 > 35
- Kein weiterer Anstieg des Sauerstoffpulses
- Levelling-Off der maximalen Sauerstoffaufnahme

Im Weiteren werden die entscheidenden Parameter näher erläutert.

Maximale Sauerstoffaufnahme (VO_{2max})

Die VO_{2max} zählt zu den „wichtigsten Zielgrößen der Ergometrie“[179] und „man versteht darunter die größte O_2-Aufnahmemenge pro Minute, die bei dynamischer Arbeit unter Einsatz möglichst großer Muskelgruppen durch den gesamten Körper aufgenommen werden kann“[180]. Aus der VO_{2max} lassen sich „indirekt Aussagen über die Anpassungsbreite des Herz-Kreislauf-Systems“[181] treffen, da sie als „Bruttokriterium der kardio-pulmonalen-metabolischen Kapazität“[182] alle an der Leistung erbringenden Bereiche und beteiligten Mechanismen beinhaltet. Bei einem weiteren Anstieg der Belastung z. B. bei einer Belastungsergometrie erhöht sich dieser maximal erreichte Wert nicht mehr. Man bezeichnet dieses Phänomen als Levelling-Off, wenn die VO_{2max} weniger als 150 ml/min ansteigt.[183] Da dieses Phänomen nur bei etwa der Hälfte der Personen erreicht wird, was an dem Einsatz zu geringer Muskelmasse oder an der Art des Belastungsprotokolls liegt,[184] wird die VO_{2max} oft dem VO_{2peak} gleichgesetzt. „Dies ist diejenige Sauerstoffaufnahme, die bei Abbruch der Belastung maximal messbar ist.“[185] Um die absoluten Werte der VO_{2max} individuell vergleichbar zu machen, bezieht man diese auf das Körpergewicht und erhält die relative VO_{2max}. Die Normwerte der VO_{2max} sind geschlechtsabhängig und nehmen im Alter ab.[186] Da die Trainierbarkeit der VO_{2max} eingeschränkt ist und innerhalb von 8 bis 12 Wochen nur um 15-25% gesteigert werden

[178] Vgl. RÜHLE (2001), S. 53f.
[179] Ebd., S. 56.
[180] HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 74.
[181] DE MARÉES (2003), S. 650.
[182] MEYER/KINDERMANN (1999), S. 258.
[183] Vgl. ebd., S. 286.
[184] Vgl. HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 74.
[185] WONISCH/HOFMANN/POKAN/U. A. (2003), S. 386.
[186] Vgl. SHVARTZ/REIBOLD (1990), S. 5-7.

kann,[187] ist zur Beurteilung der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit „der Prozentsatz der individuellen VO_{2max}, der über eine längere Zeitspanne einsetzbar ist“[188], besser geeignet. Die Höhe der sog. ventilatorischen anaeroben Schwelle ist mit einer 50-70%igen Veränderungsmöglichkeit deutlich besser trainierbar.[189]

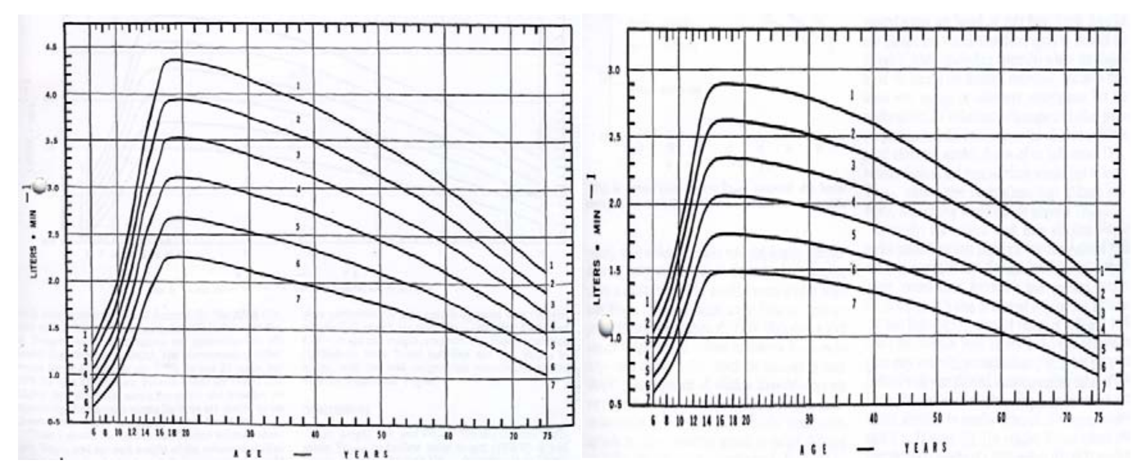


Abbildung 15: VO_{2max} für Männer (links) und Frauen (rechts) im Altersgang mit Fitnesskategorien: 1 = exzellent, 2 = sehr gut, 3 = gut, 4 = durchschnittlich, 5 = ganz ordentlich, 6 = schlecht, 7 = sehr schlecht, aus SHVARTZ/REIBOLD (1990), S. 6f

In jeder Lebensdekade ab dem 30. bis zum 35. Lebensjahr nimmt die maximale O_2-Aufnahme um ca. 8 bis 10% ab.[190] „Im Laufe eines Ausdauertrainings nimmt die maximale O_2-Aufnahme als Ausdruck der gesteigerten Leistungsfähigkeit zu.“[191]

Atemminutenvolumen

Das Atemminutenvolumen (V_E) bezeichnet das Volumen an Luft, das pro Minute ein- bzw. ausgeatmet wird, wobei im Allgemeinen die Ausatemmenge gemessen wird. Das Produkt aus Atemfrequenz und Atemzugvolumen ergibt das Atemminutenvolumen.[192] Dieses steigt bei körperlicher Arbeit bis zur anaeroben Schwelle proportional zur Sauerstoffaufnahme an. Dabei erhöht sich zuerst das Atemzugvolumen und in Folge steigt die Atemfrequenz. Über der anaeroben Schwelle steigt das Atemminutenvolumen überproportional weiter an. Im Ausbelastungsbereich verringert sich das Atemzugvolumen zugunsten einer weiteren Erhöhung der Frequenz, was zu einer Verringerung der Atemökonomie führt. Grund für diese Reaktionen sind das steigende Sauerstoffdefizit im Grenzbereich und die vermehrte Totraumventilation.

187 Vgl. HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 371.
188 ZINTL/EISENHUT (2004), S. 67.
189 Vgl. ebd., S. 67.
190 Vgl. HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 74f.
191 DE MARÉES (2003), S. 650.
192 Vgl. KENT (1998), S. 37.

Atemreserve

Die Atemreserve (BR) gibt die prozentuale Differenz zwischen dem Atemgrenzwert, „also die maximal mögliche Ventilation in einer Minute“[193], und der aktuellen Ventilation an. Zur Bestimmung werden verschiedene Methoden eingesetzt. Das gängigste Verfahren, das auch in dieser Arbeit verwendet wird, ist die Multiplikation der durch die Ruhespirometrie ermittelten forcierten exspiratorischen Einsekundenkapazität (FEV_1) mit einem definierten Faktor. Rühle (2001) und Wonisch et al. (2003) empfehlen den Faktor 35 bei gesunden Personen.[194] Trainierten Ausdauerathleten ist es im Maximalbereich möglich, den individuellen Atemgrenzwert zu erreichen, was etwa unterhalb einer Atemreserve von 28% der Fall ist. Dies kann ein Indikator für das Limit der ventilatorischen Kapazität sein.[195]

Atemäquivalent für O_2

Das Atemäquivalent (EQO_2) zählt heute nach Hollmann et al. als „eines der wertvollsten Kriterien zur Beurteilung der individuellen Belastungssituation“[196]. Der dimensionslose Wert berechnet sich durch die Division des Atemminutenvolumens durch den O_2-Verbrauch. Das EQO_2 gibt die Menge an Luft an, die geatmet werden muss um einen Liter Sauerstoff aufzunehmen und ist somit ein Index der ventilatorischen Effizienz. In Ruhe beträgt der Wert 25 – 40, der bei ansteigender Arbeit auf 22 – 27 absinkt und an der ventilatorischen anaeroben Schwelle deutlich über 35 wieder ansteigt.[197]

Respiratorischer Quotient

Der Respiratorische Quotient (Respiratory exchange ratio, RER) wird aus der CO_2-Abgabe und der O_2-Aufnahme berechnet. Der RER gibt Hinweise auf das hauptsächlich verstoffwechselte metabolische Substrat der Energiegewinnung. Über den RER kann die Fett- bzw. Kohlenhydratverwertung des Organismus abgeschätzt werden. Bei ausschließlicher Verbrennung von Fettsäuren liegt ein Wert von 0,7 vor, da für die Verbrennung von Fetten mehr Sauerstoff benötigt wird. „Eine Durchschnittsernährung führt zu einer RER von ca. 0,82-0,85“[198], was dem mitteleuropäischen Durchschnittswert entspricht. Bei ausschließlicher Kohlenhydratverstoffwechselung beträgt der RER = 1. Aus der Gleichung

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2826\ kJ$$

[193] RÜHLE (2001), S. 58.
[194] Vgl. ebd. (2001), S. 59 und WONISCH/HOFMANN/POKAN/U. A. (2003), S. 387.
[195] Vgl. WONISCH/HOFMANN/POKAN/U. A. (2003), S. 387.
[196] HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 93.
[197] Vgl. WONISCH/HOFMANN/POKAN/U. A. (2003), S. 387.
[198] ebd., S. 387.

geht hervor, dass „bei der Verbrennung von Glukose genauso viel CO_2 abgegeben wie O_2 gebildet wird“[199]. Daraus ergibt sich ein energetisches Äquivalent bei ausschließlicher Glukoseverbrennung pro Liter Sauerstoff von 21,0 kJ. Im Bereich der reinen Fettverbrennung liegt das Äquivalent niedriger bei 19,6 kJ pro Liter O_2. Der Brennwert von Fett liegt jedoch mit 38,9 kJ/g deutlich über dem von Glukose bzw. Kohlenhydraten (15,7 kJ/g bzw. 17,2 kJ/g).[200] Bei ansteigender Belastung nimmt die CO_2-Abgabe zu und somit auch der RER. Da im individuellen Grenzbereich eine anaerobe Stoffwechsellage mit Verbrennung von Glukose vorherrscht, steigt die RER über 1 an und wird somit zu einem Ausbelastungskriterium in der Spiroergometrie. Um die Begrifflichkeit besser einzuordnen, sei erwähnt, dass die RER die Entwicklung des Verhältnisses von VCO_2 zu VO_2 in der Lunge widerspiegelt und das ventilatorische Abbild des respiratorischen Quotienten in der Muskelzelle ist.[201]

Ventilatorische anaerobe Schwelle

Die über ventilatorische Parameter ermittelte anaerobe Schwelle (VAT) stellt den Bereich des Übergangs zwischen einer rein aeroben Stoffwechselsituation und einer partiell anaerob-laktazidgedeckten Stoffwechselleistung dar. Die vermehrte Laktatproduktion während ansteigender Belastung hat zur Folge, dass die überschüssigen H^+-Ionen gepuffert werden müssen, um den physiologischen pH-Wert des Blutes konstant zu halten. Die Regulation erfolgt neben der renalen H^+-Ausscheidung über die CO_2-Abatmung durch die Lunge. Dies führt wiederum zu einer Stimulation der Ventilation.[202] Der Punkt des nichtlinearen Anstiegs der Ventilation kennzeichnet die VAT. Eine weitere Bestimmung der VAT ist durch den überproportionalen Anstiegs des EQO_2 möglich. Die durch die CO_2-Stimulation hervorgerufene Steigerung des Atemminutenvolumens erhöht diesen Wert. Da ab einem RER von 1 die Energiebereitstellung ausschließlich über Kohlenhydrate gedeckt ist und die CO_2-Abatmung die O_2-Aufnahme übersteigt, kann man diesen Punkt als Beginn der anaeroben Stoffwechsellage festlegen. Meist liegt die VAT jedoch unterhalb 1, was auf den Trainingszustand Rückschlüsse zulässt. Eine etablierte Methode zur Ermittlung der VAT ist die V-Slope nach Beaver et al..[203] In diesem Verfahren werden die VCO_2 gegen die VO_2 in einem Koordinatensystem eingetragen und über die Veränderung der Steilheit des Anstiegs des Graphen definiert. Da das Verfahren zur Bestimmung der VAT anhand einer einzigen Grafik in der sportmedizinischen Praxis oft nicht eindeutige Werte liefert, ergibt eine Kombination der Methoden in den meisten Fällen eine genaue Definition.[204]

---

199 PERSSON (2005), S. 890.
200 Vgl. ebd., S. 889f.
201 Vgl. MEYER (2003), S. 30 und KROIDL/SCHWARZ/LEHNIGK (2007), S. 68.
202 Vgl. LANG (2005), S. 795 - 802.
203 Vgl. BEAVER/WASSERMANN/WHIPP (1986), S. 2020 - 2027.
204 Vgl. KROIDL/SCHWARZ/LEHNIGK (2007), S. 68 - 70.

2.6.1.3 Testablauf

Nach der standardisierten Vorbereitung des Probanden[205] mit Erhebung der anthropometrischen Daten, Aufklärung in das Prozedere, Anlegen der Gerätschaften, einer Ruhespirometrie mit Messung der FEV_1 und Festlegung des Belastungsprotokolls beginnt die leistungsdiagnostische Überprüfung der Ausdauerfähigkeit. Als Belastungsprotokoll wird ein an den Probanden adjustiertes Rampenprotokoll angewendet, bei dem nach ca. 8 bis 12 Minuten die Ausbelastung erreicht ist, was sich zur Bestimmung der VO_{2max} und der VAT als am geeignetsten erwiesen hat.[206] Beim Retest wird dasselbe Rampenprotokoll verwendet. Die Diagnostik gliedert sich in eine Ruhe-, Referenz-, Test- und Erholungsphase. Der Abbruch der Testphase erfolgt bei Ausbelastung des Probanden. Diese ist bei Erreichen mehrerer der oben genannten Kriterien erfüllt. Die Spiroergometrie findet im Anschluss an den Krafttest statt.

2.6.2 Ermittlung der Kraftparameter

Im Gegensatz zur Überprüfung der Ausdauerleistungsfähigkeit ist die Ermittlung der Muskelkraft nur wenig standardisiert.[207] Die Kraft kann in ihren verschiedensten Erscheinungsformen auf unterschiedliche Weise ermittelt werden. Die Messung der Kraft erfolgt meist nach ihrer Entfaltungsform. So erfolgen Messungen der statischen Kraft in isometrischer Form und der dynamischen Kraftentfaltung in auxotonischer. Als entscheidendste Kenngröße der Kraftmessung zählt die Maximalkraft.

In der Biomechanik finden zur Kraftbestimmung der Maximalkraft hauptsächlich Kraftmessplatten auf piezoelektrischer Basis und Dynamometer nach dem Dehnmessstreifenprinzip Anwendung.[208] Isokinetische Testverfahren werden an speziellen Geräten durchgeführt, die eine gleichbleibende Bewegungsgeschwindigkeit über die vollständige Bewegungsamplitude gewährleisten.[209]

In der Trainingspraxis haben sich Messverfahren zur Bestimmung der Maximalkraft durchgesetzt, die einem geringen materiellen und finanziellen Aufwand gerecht werden. So werden die Messungen an den Trainingsübungen oder -geräten nach festgelegten Abläufen absolviert. Hierzu wird nach einer Aufwärmphase das Gewicht ermittelt, das einmal über die gesamte Amplitude in korrekter Ausführung bewegt werden kann.[210] Man spricht hierbei vom Ein-Wiederholungsmaximum oder One-Repetition-Maximum (1-RM).

---

[205] Vgl. RÜHLE (2001), S. 51f. und HOLLMANN/STRÜDER/PREDEL/U. A. (2006a), S. 56f.
[206] Vgl. RÜHLE (2001), S. 49f. und KROIDL/SCHWARZ/LEHNIGK (2007), S. 55 - 57.
[207] Vgl. QUITTAN/WIESINGER (2005), S. 65.
[208] Vgl. HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 171.
[209] Vgl. HARRE (2008b), S. 167.
[210] Vgl. FRÖHLICH/SCHMIDTBLEICHER/EMRICH (2005), S. 35.

Da dieses Verfahren wegen der notwendigen Pausen sehr zeitintensiv und wegen der Ermüdung während der submaximalen Serien nicht frei von Fehlern ist,[211] findet es nur in Einzelfällen und bei spezifischen Fragestellungen Anwendung. Darüber hinaus ist diese Methode wegen der Gefahr der Überbeanspruchung und von Verletzungen für Personen mit körperlichen Einschränkungen nicht geeignet.[212] Boeckh-Behrens und Buskies sehen bei der Durchführung eines Maximalkrafttests vor allem Abstriche bei „Trainingsanfängern und Trainierenden mit geringer Leistungsfähigkeit“[213]. Neben diesen Einschränkungen kann die Motivation und die Koordinationsfähigkeit der Testperson die Messergebnisse negativ beeinflussen. Auch gibt es oft messtechnische Schwierigkeiten bei der Überprüfung der Maximalkraft.[214] Nascimento et al. (2007) konnten zeigen, dass bei mehreren Maximalkrafttests in Folge erst nach der vierten Überprüfung keine signifikanten Abweichungen mehr erreicht wurden.[215]

2.6.2.1 Messmethodik

Aus den zuvor beschriebenen Problemen und Einschränkungen heraus haben sich unter anderem Verfahren entwickelt, die mit submaximaler Belastung eine Abschätzung der Maximalkraft zulassen.[216]

Lander (1985)[217], Mayhew et al. (1992)[218], Epley (1985)[219], Wathen (1994)[220] und Brzycki (1993)[221] formulierten unter anderem Formeln, mit denen über die Wiederholungszahl mit submaximalem Gewicht die Maximalkraft hochgerechnet werden kann. Diese wurden vielfach von mehreren Autoren an unterschiedlichen Trainingsübungen und verschiedenen Probandengruppen überprüft.

Mayhew et al. (1992) konnten zeigen, dass die vorhergesagten Maximalkraftwerte bei Collegeathleten im Bankdrücken hoch signifikante Korrelationen zu den ermittelten Werten aufweisen.[222] LeSuer et al. (1997) belegten, dass die errechneten Maximalkraftwerte hohe Korrelationen aufweisen, jedoch bei unterschiedlichen Trainingsübungen Abweichungen bis zu 10% möglich waren.[223] Wood et al. (2002) untersuchten die Genauigkeit verschiedener Berechnungsgleichungen bei älteren Menschen mit überwiegend sitzender Tätigkeit anhand verschiedener Trainingsübungen. Sie konnten zeigen, dass alle Formeln bei allen Übungen hohe

211 Vgl. GIEßING (2003), S. 27.
212 Vgl. GIEßING (2005), S. 25f.
213 BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2002), S. 66.
214 Vgl. ebd., S. 66f.
215 Vgl. NASCIMENTO/CYRINO/ROMANZINI/U. A. (2007), S. 41e.
216 Vgl. GIEßING (2003), S. 27f.
217 Vgl. LANDER (1985), S. 60, zit. nach GIEßING (2003), S. 29.
218 Vgl. MAYHEW/BALL/ARNOLD/U. A. (1992), zit. nach WOOD/MADDALOZZO/HARTER (2002), S. 70.
219 Vgl. EPLEY (1985)
220 Vgl. WATHEN (1994), S. 435 - 446.
221 Vgl. BRZYCKI (1993), S. 88 - 90.
222 Vgl. MAYHEW/KERKSICK/LENTZ/U. A. (2004), S. 265 - 276.
223 Vgl. LESUER/MCCORMICK/MAYHEW/U. A. (1997), S. 212f.

Korrelationen aufwiesen, wenn die Anzahl der Wiederholungen unter 10 lag. Die Werte für Übungen der unteren Extremität wiesen zum Teil deutliche Abweichungen bei fast allen untersuchten Formeln auf,[224] was auch LeSuer et al. (1997) für die Übung Squat belegen konnte.[225] Gießing (2003) konnte in einer Übersicht zeigen, dass sich

„die größten Übereinstimmungen zwischen berechnetem und tatsächlichem Maximalgewicht bei Wiederholungszahlen von weniger als 10 [...] bei folgender Formel [ergaben]:

% von 1 RM = 102,78 – 2,78 ˣ Anzahl der Wiederholungen“[226]

Diese Formel entwickelte Brzycki (1993) als mathematische Gleichung zur Vorhersage des 1-RM basierend auf der Anzahl der Wiederholung bis zur muskulären Erschöpfung.[227] Die Genauigkeit dieser Berechnungsformel konnten unter anderem Nascimento et al. (2007) belegen:

> *„The mean values of 1-RM in the bench press exercise estimated by the Brzycki equation were similar to the ones obtained in the 1-RM test (P > 0.05), with ESE [= Standardfehler] of 2,42%.“*[228]

Um nicht den prozentualen Wert des 1-RM anzugeben sondern das genau ermittelte Gewicht, das dem 1RM entspricht, wurde die Formel modifiziert:

1-RM = 100 ˣ Gewicht / (102,78 – 2,78 ˣ Anzahl der Wiederholungen)[229]

Da diese Formel wegen ihres linearen Verlaufs nur bei bis zu 10 Wiederholungen korrekte Werte liefert, ist es notwendig, bei Tests mit mehr als 10 Wiederholungen eine andere Berechnungsformel zu verwenden. Hierzu konnten Fröhlich et al. (2005)[230] und Wood et al. (2002)[231] zeigen, dass die Berechnungsformel nach Epley (1985) für trainierte wie untrainierte und ältere wie jüngere Probanden an verschiedenen Trainingsübungen signifikante Übereinstimmungen mit den tatsächlichen 1-RM-Werten liefern. Die Formel lautet:

„% 1-RM = (0,033 x Reps) ˣ Rep Wt + Rep Wt“[232],

modifiziert nach LeSuer et al. (1997):

„1-RM = (1 + .0333 ˣ reps) ˣ rep wt“[233]

---

[224] Vgl. WOOD/MADDALOZZO/HARTER (2002), S. 76.
[225] Vgl. LESUER/MCCORMICK/MAYHEW/U. A. (1997), S. 212.
[226] GIEßING (2003), S. 29.
[227] Vgl. BRZYCKI (1993), S. 90.
[228] NASCIMENTO/CYRINO/ROMANZINI/U. A. (2007), S. 41.
[229] Vgl. ebd., S. 41f.
[230] Vgl. FRÖHLICH/SCHMIDTBLEICHER/EMRICH (2005), S. 39f.
[231] Vgl. WOOD/MADDALOZZO/HARTER (2002), S. 78.
[232] EPLEY (1985), zit. nach GIEßING (2005), S. 36.

Zur Bestimmung der Werte des Ein-Wiederholungsmaximums und der daraus resultierenden Trainingsgewichte werden die beiden o. g. Formeln nach Brzycki und Epley verwendet.

Die Testübungen werden an Krafttrainingsgeräten der Serie ‚Personal Selection' der Firma Technogym, Gambettola (Italien) durchgeführt.[234] Dabei handelt es sich um moderne Geräte zum Training der Kraft der unterschiedlichen Körperregionen. Die Gewichtsabstufung ist in 2,5 kg-Schritten möglich, was eine feine Dosierung und angepasste Testdurchführung zulässt. Die Gerätebauweise gewährleistet eine biomechanisch angepasste Übungsausführung sowie bei den Geräten der oberen Extremität eine unilaterale Bedienung. Somit werden Überbeanspruchungen vermieden.

Zur Feststellung des 1-RM der unterschiedlichen Körperregionen werden die Übungen an den Trainingsgeräten, die auch in der Interventionsphase eingesetzt werden, durchgeführt. Diese sind im Folgenden mit den beanspruchten Muskeln aufgeführt:[235]

– Vertical Traction (VT): Hierbei handelt es sich um eine Übung, die die Muskulatur anspricht, die an einer seitlichen, nach unten gerichteten Zugbewegung der Arme beteiligt sind. Dies sind hauptsächlich M. latissimus dorsi, M. teres major, M. biceps brachii und M. brachialis.
– Abdominal Crunch (AC): Bei diesem Trainingsgerät wird die Bauchmuskulatur in sitzender Position trainiert. Die beteiligten Muskeln sind: M. rectus abdominis und Mm. obliquus externus und internus.
– Chest Press (CP): Dieses Gerät trainiert die Muskulatur, die auch beim Bankdrücken eingesetzt werden, jedoch in sitzender Position: M. pectoralis major, M. triceps brachii.
– Lower Back (LB): Hierbei wird die untere Rückenmuskulatur, vor allem der M. erector spinae angesprochen. Die Übungsausführung ist in sitzender Position.
– Upper Back (UB): Dieses Gerät trainiert die obere Rücken- und Schultermuskulatur als Gegenspieler der Chest Press-Übung. Die dabei beteiligten Muskeln sind: Mm. rhomboideus major und minor, M. teres minor, M. infraspinatus, M. trapezius und M. deltoideus pars spinalis.

Die Auswahl der Geräte spiegelt ein ausgewogenes Training des gesamten Oberkörpers durch Einsatz vieler Muskelgruppen pro Trainingsübung wider.

Das Training der unteren Extremitäten erfolgte gemäß dem Zirkelprinzip an den Ausdauergeräten. Auf ein Krafttraining der Beine wurde aus Gründen der lokalen

233 LESUER/MCCORMICK/MAYHEW/U. A. (1997), S. 211.
234 Technogym Deutschland, http://www.technogym.com/de/viewdoc.asp?co_id=1328&target=commercial, abgefragt am 04.02.2010
235 Vgl. DELAVIER (2006)

Überforderung verzichtet. Auch zeigt die Studienlage (vgl. 1.4) inkonsistente Ergebnisse auf, die keine eindeutige Befürwortung des Krafttrainings in Kombination mit dem Ausdauertraining zulässt.

2.6.2.2 Messgrößen

Die dominierende Messgröße der Kraftdiagnostik an Geräten stellt das Ein-Wiederholungsmaximum dar.

Um dieses nach den o. g. Verfahren zu ermitteln, ist es notwendig das zu bewegende Belastungsgewicht an der ausgewählten Übung festzustellen, was über die Anzahl der Scheiben am Gewichtsblock geschieht. Die Anzahl der erreichten Wiederholungen ist die zweite entscheidende Messgröße.

Für die einzelnen Geräte werden die Parameter wie folgt definiert:

Tabelle 10: Untersuchungsparameter der Krafttrainingsgeräte

Gerät	**Ein-Wiederholungs-maximum (1-RM)**
Vertical Traction	1-RM-Latzug
Abdominal Crunch	1-RM-Bauch
Chest Press	1-RM-Brust
Lower Back	1-RM-unterer Rücken
Upper Back	1-RM-oberer Rücken

2.6.2.3 Testablauf

Nach der Erklärung des Testablaufs erfolgt ein allgemeines standardisiertes Aufwärmen auf dem Ellipsentrainer, um das Herz-Kreislaufsystem zu aktivieren und die obere Extremität zu mobilisieren. Bei Unkenntnis über die Bewegungsausführung am Krafttrainingsgerät und zur genauen Positionierung im Gerät absolviert der Proband eine Probeübung mit sehr leichtem Gewicht. Im Anschluss wird das definierte Testgewicht eingestellt und der Proband führt so viele Übungen aus, wie er technisch korrekt absolvieren kann, was vom Testleiter überwacht und dokumentiert wird. Die Reihenfolge der Geräte wird bei jedem Test exakt eingehalten. Zwischen den Übungen besteht eine Pause von zwei Minuten.

2.7 Trainingsmethodik

Die zu untersuchende Interventionsmaßnahme gliedert sich in zwei Arten des Trainings von Kraft und Ausdauer, zum einen in eine alternierende Form und zum anderen in eine isolierte Form. Bei der alternierenden Form wird ein kontinuierlicher Wechsel von Kraft- und Ausdauerteilen eingesetzt. Bei der isolierten Trainingsmethode werden das Kraft- und Ausdauertraining in einer Trainingseinheit nacheinander absolviert. Um die Methoden vergleichbar zu halten, sind der Belastungsumfang und die Belastungsintensitäten beider Gruppen gleich. Das Ausdauer-

training wird auf dem Fahrradergometer (Excite+, Bike Excite 700i, Fa. Technogym, Gambettola (Italien)) oder auf dem Cross-Trainer (Excite+, Synchro 700i, Fa. Technogym, Gambettola (Italien)) durchgeführt.

> *„Der Cross-Trainer wird aufgrund des Antriebs als ‚Ellipsentrainer' bezeichnet und ermöglicht durch die Nutzung von 2 Armhebeln einen dem Nordic Walking [oder dem klassischen Skilanglauf] vergleichbaren Bewegungsablauf."*[236]

Die Intensität der Trainingsbelastung liegt bei 60% der ermittelten VO_{2max} und der Umfang beläuft sich auf 40 Minuten Belastungszeit. Die Trainingssteuerung erfolgt über die erbrachte Leistung in Watt bei der Spiroergometrie bezogen auf die Sauerstoffaufnahme. Für das Training auf dem Cross-Trainer wird ein Aufschlag von etwa 10% der Leistung bei 60% der VO_{2max} erhoben.[237] Dies ist dem größeren Anteil der eingesetzten Muskelmasse bei dieser Trainingsart im Vergleich zum Fahrradergometer geschuldet. Das Training der Kraft findet an den bereits beschriebenen Kraftgeräten in Form eines Kreis- oder Circuittrainings statt. Das Kreistraining „gilt als organisationsmethodisches Verfahren"[238] und besagt, dass es im einzelnen Durchgang nur eine Wiederholungsserie für jede Übung gibt. Die Trainingsintensität beläuft sich hierbei auf 60% des 1-RM und der Umfang auf 5 Kreisdurchgänge mit je 15 Wiederholungen pro Gerät. Der Gesamtumfang entspricht der von Zimmermann (2002) empfohlenen Anzahl von mindestens 15 bis maximal 30 Übungsserien.[239] Die Trainingsgewichte werden bedingt durch die Abstufung von 2,5 kg immer auf das entsprechende Gewicht abgerundet. Im Folgenden werden die Unterschiede der beiden Methoden dargestellt.

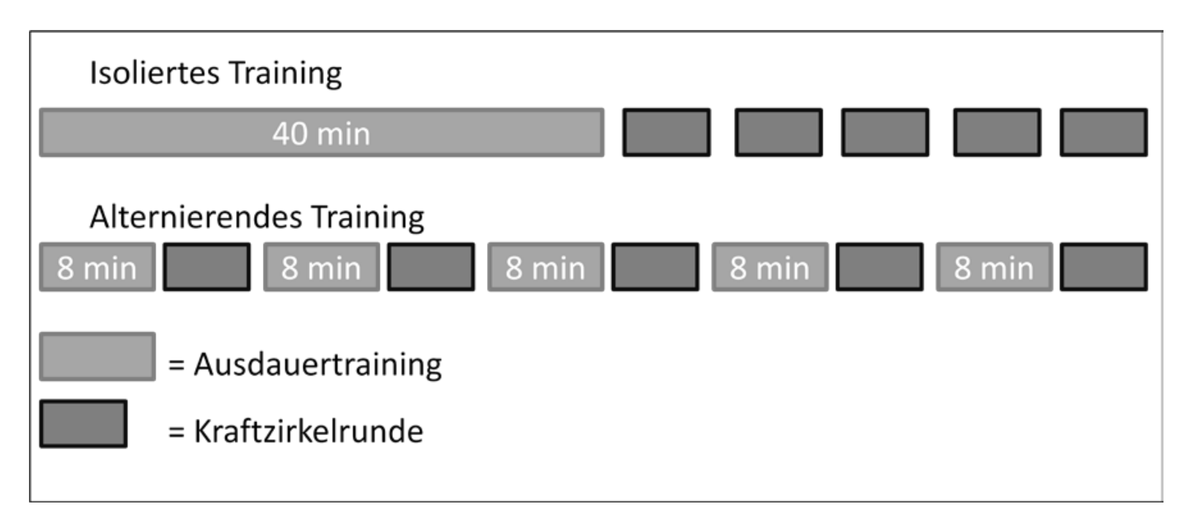


Abbildung 16: Schematische Darstellung der Unterschiede im Ablauf der Trainingsformen

[236] MARSCHALL/KOLB/WITTSTADT/U. A. (2006), S. 255.
[237] Vgl. ebd., S. 257.
[238] HARRE (2008c), S. 362.
[239] Vgl. ZIMMERMANN (2002), S. 204.

2.7.1 Design der alternierenden Trainingsform

Die Besonderheit des alternierenden Trainings ist der kontinuierliche Wechsel von Kraft- und Ausdaueranteilen. Das Training wird mit einem 8-minütigen Ausdauerteil begonnen. Anschließend wechselt der Proband auf die Kraftgeräte und führt jeweils 15 Wiederholungen durch. Somit ist in die Kraftrunde eine kurze Ausdauereinheit integriert. Diese Runde wird fünfmal durchlaufen, so dass in Summe 40 Minuten Ausdauertraining und 5 Runden Krafttraining absolviert werden. Der Gerätewechsel erfolgt zügig ohne zusätzliche Pause. Die Reihenfolge der Kraftgeräte soll der der Testung entsprechen. Ist dies aufgrund von anderen Trainierenden nicht möglich, können die Probanden von der Reihenfolge abweichen, um keine zu großen Pausen hinnehmen zu müssen. Nur die Einstellung der Positionierung an dem Gerät und die Gewichtseinstellung zählen als Pause. Die hierbei angewendete Methode des Ausdauertrainings kann als extensive Intervallmethode mit Langzeitintervallen (vgl. 1.3.4) beschrieben werden.[240] Die gesamte Trainingsform entspricht der Wiederholungsmethode mit erschöpfenden Mittelzeitintervallen nach Grosser et al. (1993), wie unter 1.2.3 näher beschrieben ist. Jedoch ist die Intensität modifiziert und die Unterbrechung des Ausdauertrainings kann nicht als lohnende Pause gewertet werden.

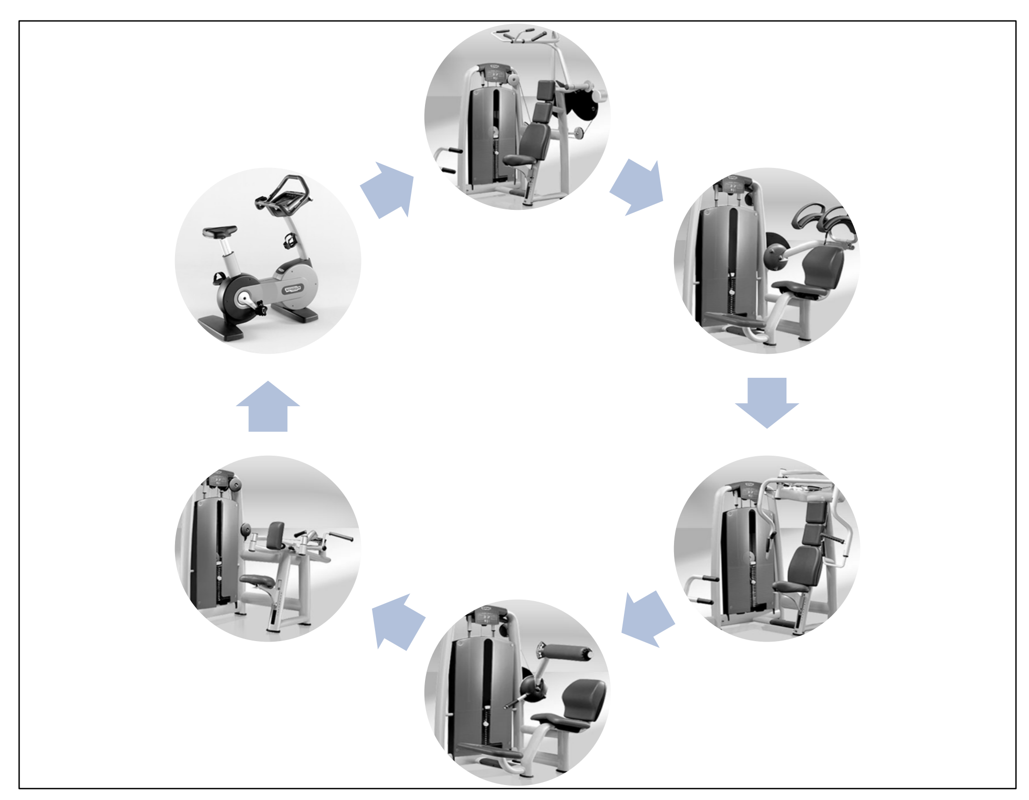


Abbildung 17: Schema des Kraft-Ausdauerzirkels in alternierender Form an den Trainingsgeräten Fahrradergometer, Vertical Traction, Abdominal Crunch, Chest Press, Lower Back und Upper Back

[240] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 122.

2.7.2 Design der isolierten Trainingsform

Beim isolierten Training kommt im Ausdauerteil die extensive Dauermethode zum Einsatz. Nach Zintl et al. (2004) liegt hier „eine ununterbrochene trainingswirksame Belastung über eine lange Zeitspanne“[241] vor. Nach dem 40-minütigen Ausdauertraining folgt das Krafttraining nach der ‚Fitnessmethode für Fortgeschrittene‘[242], bei der die 5 Runden ohne Unterbrechung an den Geräten absolviert werden. Auch in dieser Trainingsform kommt es außer der Einstellung an den Geräten zu keinen zusätzlichen Pausen. Die Reihenfolge soll der Testung entsprechen.

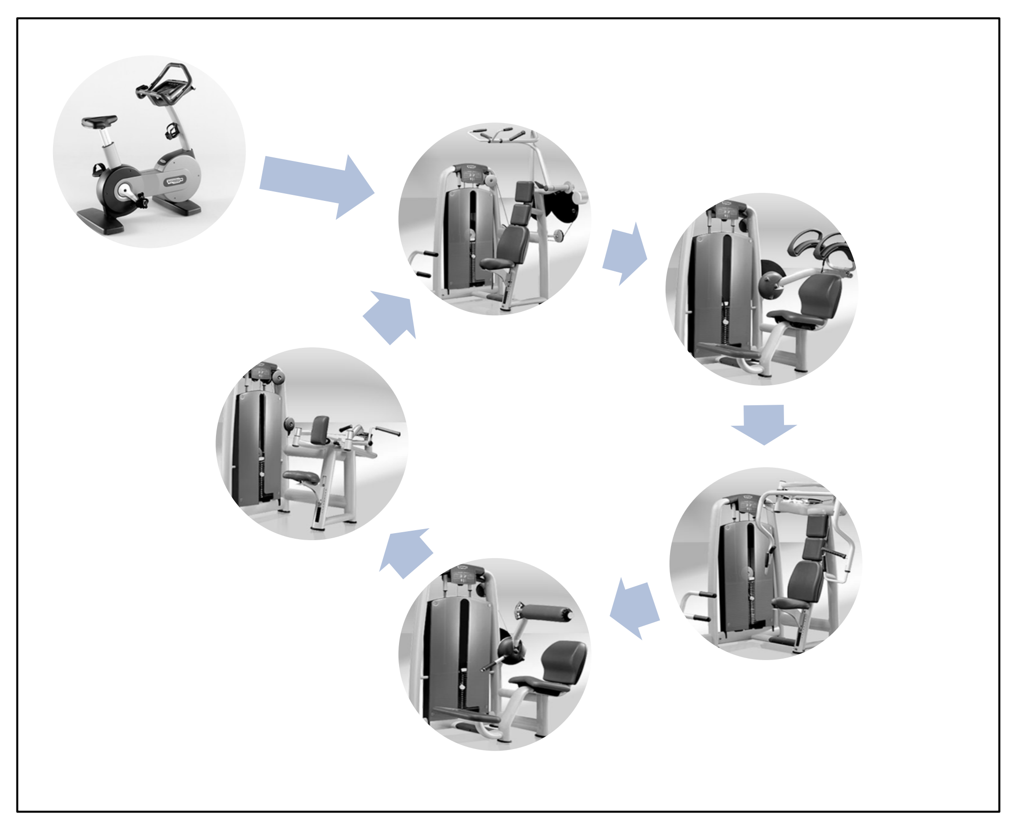


Abbildung 18: Schema des Kraft-Ausdauerzirkels in isolierter Form an den Trainingsgeräten Fahrradergometer, Vertical Traction, Abdominal Crunch, Chest Press, Lower Back und Upper Back

2.7.3 Aufteilung der Probanden

Die Aufteilung der Probanden in die einzelnen Trainingsgruppen ist in Abbildung 19 dargestellt.

- Gruppe 1 (ALT): Woche 1 – 12: alternierendes Training
- Gruppe 2 (ISO): Woche 1 – 12: isoliertes Training
- Gruppe 3 (ALT-ISO): Woche 1 – 6: alternierend: Woche 6 – 12: isoliert
- Gruppe 4 (ISO-ALT): Woche 1 – 6: isoliert, Woche 6 – 12: alternierend

[241] ZINTL/EISENHUT (2004), S. 118.
[242] Vgl. EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 110.

Somit absolvierten zwei Gruppen über einen Zeitraum von 12 Wochen je eine Trainingsform. Die anderen beiden Gruppen wechselten die Trainingsmethode nach dem Zwischentest.

Um personengebundene Störvariablen zu kontrollieren, erfolgte die Aufteilung der Probanden zu den einzelnen Gruppen durch randomisiertes Matching anhand des Alters der Probanden und der relativen VO_{2max}.[243]

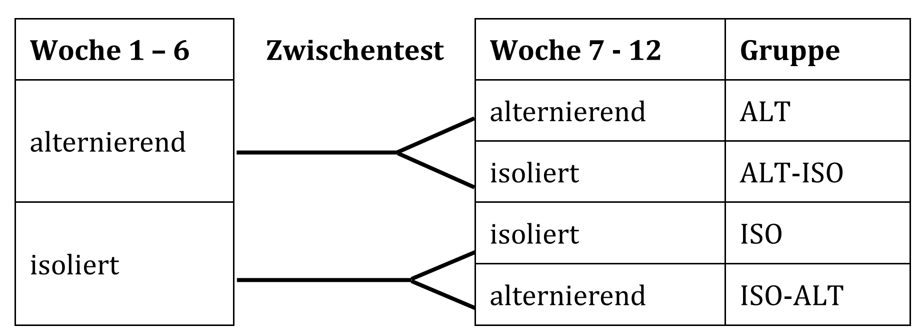


Abbildung 19: Aufteilung der Untersuchungsgruppen

2.7.4 Trainingsablauf und -kontrolle

Das Training führten die Probanden in Eigenregie durch. Zur Trainingskontrolle wurde der Wellness System Schlüssel (WS-Schlüssel) der Firma Technogym (Italien) verwendet. „Der WS-Schlüssel ist ein magnetisches Medium in Schlüsselform, auf dem der Trainingsplan gespeichert sowie die Angaben zu den Übungen und zum Benutzer aufgezeichnet sind.“[244] Die Programmierung des Schlüssels erfolgte im Anschluss an die Tests anhand der ermittelten Trainingswerte durch den Testleiter. Über den WS-Schlüssel wird jede absolvierte Trainingseinheit mit den durchgeführten Übungen und Intensitäten aufgezeichnet und über das Trainingssteuerungsprogramm ‚Wellness Trainer‘ der Firma Technogym (Italien) ausgelesen. Das Programm fungiert als Datenbank für die Speicherung und Verwaltung von Personendaten, Tests und Trainingsergebnissen. Somit war gewährleistet, dass der Testleiter alle Probanden überwachen und gegebenenfalls in den Trainingsablauf eingreifen konnte. Die Probanden waren in ihrer zeitlichen Trainingsplanung selbständig und frei, was dem normalen Studioablauf entspricht und nicht einschränkt. Sie mussten zur Speicherung des Trainings zu Beginn am Terminal einchecken. Hierbei wurde der Trainingsplan auf den WS-Schlüssel geladen. An jedem Trainingsgerät befand sich ein Kontroll-Panel, über das die Trainingsdaten aufgezeichnet wurden. Nach dem Training wurden beim Check-Out am Terminal die absolvierten Übungen ausgelesen und in der Datenbank gespeichert.

Die Probanden sollten in den gesamten 12 Trainingswochen 24 – 30 Trainingseinheiten absolvieren, was im Schnitt zwei bis drei Trainingseinheiten pro Woche

[243] Vgl. BORTZ/DÖRING (2002), S. 525 - 528.
[244] TECHNOGYM (2000)

darstellt. Vom Testleiter wurde dies mittels des Trainingssteuerungsprogramms beobachtet.

2.8 Kritik der Methodik

Gütekriterien der eingesetzten Messverfahren

Die Objektivität – die Unabhängigkeit der Ergebnisse vom Testleiter – ist bei allen Messverfahren, die eingesetzt wurden, gegeben, da es sich bei den verwendeten Methoden um standardisierte quantitative Erhebungen in der Sportmedizin bzw. Sportwissenschaft handelt. Bortz et al. (2003) gehen davon aus, dass bei geschulten Testleitern eine perfekte Objektivität bei quantitativen Verfahren vorliegt.[245] Lediglich bei der Bestimmung der Hautfaltendicke muss die Einschränkung gemacht werden, dass hierbei Fehler auftreten können, sofern der Tester nicht ausreichend Erfahrung hat, und dass es hier auch bei geschulten Testern zu Abweichungen kommen kann.[246] Da die erhobenen Daten diesbezüglich nur von einem Testleiter, der über gute Erfahrung in der Messmethodik verfügt, erfasst wurden, kann diese Kritik vernachlässigt werden.

„Die Reliabilität (Zuverlässigkeit) gibt den Grad der Messgenauigkeit (Präzision) eines Instruments an."[247] So weisen die Hersteller der verwendeten Messinstrumentarien eine Ungenauigkeit von zwei bis drei Prozent aus. Pereira et al. (2003) ermittelten die Intra-Tester-Reliabilität zur Bestimmung des 1-RM für die in dieser Arbeit eingesetzten Übungen mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,89 bis 0,99.[248]

Die Validität gilt als wichtigste Komponente der Methodik des Messens, denn es bezieht sich auf den Zweck einer Messung. Dies hinterfragt, ob man das misst, was man messen will, und ob die Messergebnisse bezüglich der Variablen, die man beschreiben will, einen Sinn geben.[249] Die verwendeten Messmethoden wurden speziell nach ihrer Aussagekraft über die zu messenden Variablen ausgewählt. Zur Bestimmung der anthropometrischen Kenngrößen liegen keine anderen Methoden vor als die eingesetzten. Die Parameter der Ausdauerleistungsfähigkeit wurden mit der Spiroergometrie ermittelt, die als goldener Standard in der Sportmedizin bezeichnet wird. Nach Rühle (2001) kann die Spiroergometrie zur Bestimmung der maximalen Leistungsfähigkeit „durch keine andere Methodik ersetzt werden"[250]. Das hier eingesetzte Verfahren der Kraftdiagnostik zur Abschätzung der 1-RM

[245] Vgl. BORTZ/DÖRING (2002), S. 194f.
[246] Vgl. POLLOCK/JACKSON (1984), S. 610.
[247] BORTZ/DÖRING (2002), S. 195.
[248] Vgl. PEREIRA/GOMES (2003), S. 337f.
[249] Vgl. CABRI (2001), S. 197.
[250] RÜHLE (2001), S. 77.

weist nach Nascimento et al. (2007) mit einem Standardfehler von unter 3% eine hohe Validität zur Bestimmung dieser Kenngröße auf.[251]

Test- und Trainingskritik

Als methodische Kritik kann die Abstufung der Gewichte an den Kraftübungen und deren Ausführung in der Trainingsintervention genannt werden. Hier war es dem Testleiter nicht möglich, die Übungsausführungen zu überwachen. Die Probanden wurden angewiesen, auf eine ruhige und saubere Bewegung zu achten, wie es bei den Tests erfolgte. Somit kann es über eine schlechte Bewegungsqualität zu Einbußen in der quantitativen Entwicklung kommen. Eine Abstufung der Gewichte war minimal von 2,5 kg möglich. Dies führte dazu, dass im niedrigen Bereich der Trainingsintensitäten nicht exakt bei 60% der vorgegebenen Last trainiert werden konnte, da der Gewichtssprung von 2,5 kg bis zu 15% der vorgegebenen Intensität ausmachte.

Zusätzliches Training

Das zusätzliche Training und die Sportaktivitäten, die die Probanden im Trainingszeitraum ausübten, fließt nicht in die Bewertung ein, da es nicht möglich war, dies zu erheben, zu kategorisieren und zu kontrollieren. Die Probanden wurden angewiesen, ihr sportliches Verhalten neben dem Kraft- und Ausdauertraining im Studio, ebenso wie die Essgewohnheiten, nicht abzuändern. Der Umfang des Trainings und der Sportaktivitäten neben der Studie sollte beibehalten werden. Ein Absetzen der Sportgewohnheiten während des Studienzeitraums würde ebenfalls die quantitativen Veränderungen verfälschen.

2.9 Statistische Beurteilung

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden für die einzelnen Gruppen und Variablen die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) mittels einer multifaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) zu den Messzeitpunkten berechnet. Die Gruppenunterschiede wurden mittels des Post-Hoc-Mehrfachvergleichs nach Scheffé ermittelt.[252] „Dieser Test basiert auf der F-Verteilung und führt auf dieser Basis multiple Vergleichstests durch.“[253] Gegenüber anderen Tests ist dieses Verfahren vergleichsweise konservativ.[254] Bei den multivariaten Tests wurde das Pillai-Spur-Kriterium angewendet, das nach Bortz (2005) „eher zu konservativen Entschei-

[251] Vgl. NASCIMENTO/CYRINO/ROMANZINI/U. A. (2007), S. 41.
[252] Vgl. BORTZ (2005), S. 338.
[253] BROSIUS (2008), S. 496.
[254] Vgl. ebd., S. 497.

dungen“[255] führt und nach Bühl (2006) „als stärkster und robustester Test“[256] gewertet wird.

Zur spezifischen Betrachtung einzelner Messzeitpunkte wurden univariate t-Tests für unabhängige Stichproben und t-Tests für gepaarte Stichproben gerechnet.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit wird mit 5% bzw. ein Konfidenzintervall von 95% angegeben.

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Statistics Version 17.0.0 für Windows der Firma SPSS Inc., Chicago (USA). Die Datenaufbereitung und Erstellung der Tabellen und Grafiken fand mittels MS Excel 2007 statt. Die deskriptiven Tabellen befinden sich im Anhang der Arbeit.

[255] BORTZ (2005), S. 594.
[256] BÜHL (2006), S. 429.

3 Darstellung der Ergebnisse

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden für folgende Variablen die Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) statistisch berechnet.

Tabelle 11: Abhängige Variablen

Anthropometrie	**Kardiopulmonales System**	**Muskuläres Funktionssystem**	**Akzeptanz**
Körpergewicht BMI fettfreie Masse Summe der Hautfaltendicke einzelne Punkte der Hautfaltendicke Körperfettgehalt	VO_{2max} rel. VO_{2max} maximale Leistung rel. max. Leistung Leistung an der VAT Herzfrequenz an der VAT	1-RM der Trainingsübungen: - Vertical Traction - Abdominal Crunch - Chest Press - Lower Back - Upper Back - Gesamtkraft (absolut und relativ)	Subskalen des Akzeptanzfragebogen

3.1 Charakterisierung der Probanden

Nach der Akquise kamen 106 interessierte Personen für die Untersuchung in Frage. Fünf Personen mussten aufgrund gesundheitlicher Einschränkungen ausgeschlossen werden. Somit nahmen an der Studie insgesamt 101 Probanden teil. Die Körperkenndaten zu Beginn der Untersuchung der Gesamtgruppe stellen sich wie folgt dar.

Tabelle 12: Körperkenndaten aller Probanden (n = 101)[257]

	MW	SD
Alter [Jahre]	40,62	*8,06*
Körpergröße [m]	1,71	*0,09*
Körpergewicht [kg]	74,60	*14,37*
Body Mass Index	25,29	*3,94*
Fettfreie Masse [kg]	54,54	*12,66*
Körperfett [%]	26,84	*9,14*

[257] Die Abkürzungen MW für Mittelwert und SD für Standardabweichung gelten für alle folgenden Tabellen und Abbildungen, sofern nichts anderes angegeben wird.

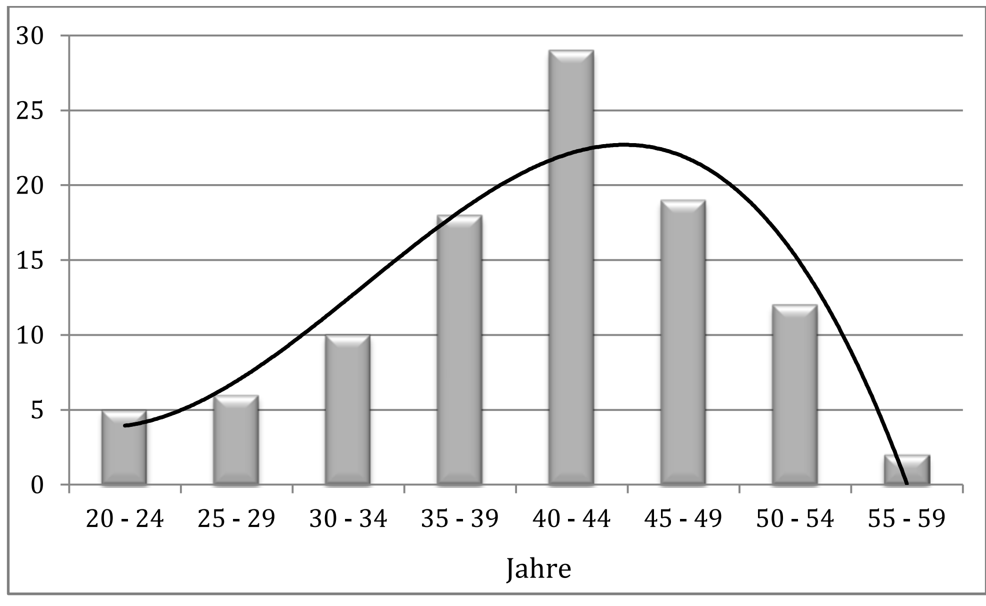


Abbildung 20: Altershäufigkeit der Probanden mit polynomialer Verteilung 3. Grades

In der Gesamtgruppe finden sich 60 Frauen und 41 Männer in einem Altersspektrum von 20 bis 56 Jahren und einem Mittel von 41,02 ±7,99 Jahren bei den Frauen und 40,05 ±8,22 Jahren bei den Männern. Die weiteren Körperkenndaten sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 13: Kenndaten der Frauen und Männer

Kenndaten		männlich	weiblich
Anzahl		41	60
Größe [m]	MW	1,79	1,66
	SD	*0,07*	*0,05*
Gewicht [kg]	MW	84,74	67,67
	SD	*10,99*	*12,15*
BMI	MW	26,50	24,46
	SD	*2,94*	*4,33*
Körperfettgehalt [%]	MW	19,73	31,70
	SD	*5,48*	*7,88*

Die Gesamtgruppe teilt sich in vier Untergruppen wie unter 2.7.3 beschrieben auf.

Tabelle 14: Gruppenaufteilung, Anzahl der Personen[258]

		Geschlecht		Gesamt
		männlich	weiblich	
Gruppe	ALT	20	24	*44*
	ISO	9	23	*32*
	ALT - ISO	5	7	*12*
	ISO - ALT	7	6	*13*
Gesamt		*41*	*60*	*101*

Aufgrund verschiedener Ursachen wie Erkrankung, Verletzung, Schwangerschaft oder beruflicher Veränderung mussten 23 Probanden (11 der Gruppe ALT, 12 der Gruppe ISO) vorzeitig vor dem Abschlusstest aus der Untersuchung ausscheiden, so dass 78 Teilnehmer über den gesamten Untersuchungszeitraum berücksichtigt werden konnten. Teilnehmer, die während der ersten 6 Wochen das Training abbrechen mussten, wurden aus der Gesamtgruppe ausgeschlossen und nicht in die Datenerhebung und Berechnungen einbezogen.

3.1.1 Anthropometrische Daten

Um die Leistungsentwicklung und die Veränderungen zu bewerten, wurden körperbezogene Kennwerte erhoben. Diese dienen auch der genauen Einstufung der Untersuchungsgruppen. Alle erhobenen Parameter unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den Untergruppen.

Tabelle 15: Anthropometrische Daten der Untergruppen

Gruppe		Größe	Gewicht	BMI	Fettfreie Masse	Körperfett
ALT	MW	1,73	74,61	24,88	55,26	25,94
	SD	*0,10*	*15,77*	*3,84*	*13,56*	*8,56*
ISO	MW	1,69	72,39	25,14	50,96	29,32
	SD	*0,07*	*13,97*	*4,06*	*10,81*	*8,44*
ALT-ISO	MW	1,69	79,00	27,56	56,86	27,97
	SD	*0,09*	*14,54*	*4,88*	*13,61*	*10,67*
ISO-ALT	MW	1,74	75,92	24,92	58,75	22,76
	SD	*0,07*	*9,84*	*2,51*	*12,06*	*10,32*

Die folgende Tabelle zeigt die Kenngrößen der aeroben Leistungsfähigkeit der Gesamtgruppe und der Untergruppen. Da diese Parameter geschlechtsspezifisch sind, werden sie getrennt dargestellt. Nach Shvartz et al. (1990) kann die spiroergometrische Leistungsfähigkeit der Gesamtgruppe als gut bis sehr gut mit einer Sauerstoffaufnahme von 3275,63 ml der männlichen Probanden bzw. 2129,92 ml der

[258] Die Anzahl der Probanden der Untergruppen entspricht in allen weiteren Tabellen und Abbildungen den hier angegebenen Werten, sofern nichts anderes angegeben ist.

Frauen eingestuft werden.[259] Betrachtet man die relativen Werte der VO_{2max}, so sind die Werte bei den Männern mit 39,09 ml/kg und bei den Frauen mit 32,07 ml/kg als durchschnittlich zu bewerten, was neben Shvartz et al. (1990) (vgl. Abbildung 15 in 2.6.1.2) auch Hollmann et al. (2000)[260] beschreiben. Betrachtet man die maximal erbrachte Leistung auf dem Fahrradergometer, so lassen sich die Probanden zu Beginn der Untersuchung nach dem Gießener Modell nach Nowacki (1983) als normal oder durchschnittlich trainiert klassifizieren.[261]

Tabelle 16: Absolute und relative Parameter der Ausdauerfähigkeit

Gruppe	Geschlecht		Maximale Leistung [W]	VO_{2max} [ml/min]	relative VO_{2max} [ml/min/kg]	relative P_{max} [W/kg]
ALT	männlich	MW	286,75	3320,10	39,51	3,41
		SD	*49,76*	*525,17*	*6,23*	*0,59*
	weiblich	MW	164,83	2021,42	31,11	2,55
		SD	*31,35*	*324,51*	*5,13*	*0,55*
ISO	männlich	MW	280,11	3219,00	38,51	3,33
		SD	*41,97*	*472,07*	*8,28*	*0,56*
	weiblich	MW	186,70	2234,26	33,75	2,83
		SD	*30,28*	*360,51*	*6,76*	*0,59*
ALT-ISO	männlich	MW	302,00	3435,20	39,49	3,47
		SD	*33,84*	*367,50*	*7,24*	*0,59*
	weiblich	MW	169,00	2119,43	30,01	2,39
		SD	*46,59*	*437,06*	*7,95*	*0,78*
ISO-ALT	männlich	MW	268,14	3107,43	38,38	3,31
		SD	*39,44*	*428,18*	*6,32*	*0,56*
	weiblich	MW	188,50	2176,17	31,90	2,78
		SD	*40,70*	*358,99*	*7,13*	*0,79*
Gesamt	männlich	MW	283,98	3275,63	39,09	3,38
		SD	*44,36*	*475,85*	*6,61*	*0,56*
	weiblich	MW	176,07	2129,92	32,07	2,66
		SD	*34,69*	*359,34*	*6,33*	*0,62*

Bei den Maximalkraftwerten (vgl. Tabelle 17) an den einzelnen Geräten zeigt sich, dass die Gruppe ISO bei allen Übungen unter dem Gesamtschnitt liegt. Die Gruppe ISO-ALT weist die höchsten Werte des Gesamtkollektivs auf. Die Gruppen unterscheiden sich zu Beginn der Untersuchung in den Kraftwerten nicht signifikant voneinander.

[259] Vgl. SHVARTZ/REIBOLD (1990), S. 6 f.
[260] Vgl. HOLLMANN/HETTINGER (2000), S. 315 f.
[261] Vgl. NOWACKI (1983), S. 260 f.

Tabelle 17: Maximalkraftwerte (1-RM) der Gruppen an den einzelnen Geräten in kg

Gerät		ALT	ISO	ALT-ISO	ISO-ALT	Gesamt
Bauch (AC)	MW	43,32	41,73	48,79	48,77	44,17
	SD	*15,72*	*11,41*	*20,90*	*12,30*	*14,84*
unterer Rücken (LB)	MW	63,60	58,82	64,71	68,29	62,82
	SD	*20,88*	*15,95*	*24,62*	*20,66*	*19,85*
Latzug (VT)	MW	79,13	69,75	81,90	87,99	77,63
	SD	*30,05*	*20,76*	*34,05*	*29,98*	*28,19*
Brust (CP)	MW	56,45	49,47	57,45	61,34	54,98
	SD	*25,78*	*18,36*	*28,89*	*26,37*	*24,13*
oberer Rücken (UB)	MW	51,55	47,02	52,70	57,08	50,96
	SD	*20,12*	*14,60*	*21,90*	*18,48*	*18,55*

3.1.2 Sport- und Trainingserfahrung

Die Auswertung des Fragebogens über die Sport- und Trainingserfahrung ergab, dass 72,3% der Studienteilnehmer über eine regelmäßige Trainingserfahrung von mehr als einem halben Jahr verfügen, wobei knapp die Hälfte (48,5%) mehr als 3 Jahre Trainingserfahrung aufweist. 83,2% der Befragten gaben an, dass sie zwei- bis dreimal die Woche trainieren. Die Trainingsdauer in einer Trainingseinheit lag bei 79,2% der Probanden bei 60 bis 120 Minuten. Lediglich je 3% trainieren weniger als 30 min bzw. mehr als 120 min pro Trainingseinheit. Die Trainingszeit teilt sich zu 39,66% ±23,66% auf Krafttraining, zu 46,66% ±24,11% auf Ausdauertraining und zu 13,73% ±20,7% auf Groupfitness-Training[262] auf. 93% der Untersuchungsteilnehmer haben im Ausdauertraining Erfahrung mit mehreren verschiedenen Trainingsmethoden und 95,1% haben Erfahrung mit mehreren verschiedenen Trainingsmethoden im Krafttraining.

Bei der Frage nach den körperbezogenen und leistungsorientierten Zielen durch das Training gaben die Teilnehmer an, dass 34,7% zur Körperdefinition das Training durchführen, 30,7% Gewichtsreduktion verfolgen und 28,7% Muskelaufbau betreiben. 44,6% führen das Training als Ausgleich zum Beruf, 19,8% als Ausgleich und Ergänzung zum sonstigen Sport und 10,9% zur Vorbereitung auf einen Wettkampf bzw. ein sportliches Projekt durch.

In der Selbsteinschätzung gruppieren sich 65,3% als Allrounder, 28,7% als Ausdauersportler und 5,9% als Kraftsportler ein.

[262] Unter Groupfitness-Training sind verschiedene Gruppenangebote wie Spinning, Aerobic, Hot-Iron, Yoga, Step-Aerobic usw. zusammengefasst.

3.2 Trainingsintervention

Die Vorgabe, im Untersuchungszeitraum 24 bis 30 Trainingseinheiten zu absolvieren, erfüllten alle Probanden, wie die folgende Tabelle zeigt. Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen.

Tabelle 18: Anzahl der Trainingseinheiten (n = Anzahl der Probanden)

Gruppe		Trainingseinheiten 1 – 6 Wochen	Trainingseinheiten 6 – 12 Wochen	Gesamttrainings-einheiten
ALT	MW	14,73	14,15	29,58
	n	44	33	33
	SD	*2,72*	*2,90*	*4,89*
ISO	MW	15,66	15,85	32,35
	n	32	20	20
	SD	*3,02*	*3,41*	*5,58*
ALT-ISO	MW	14,08	14,83	28,92
	n	12	12	12
	SD	*2,47*	*1,95*	*3,70*
ISO-ALT	MW	15,15	15,85	31,00
	n	13	13	13
	SD	*3,72*	*3,80*	*7,04*
Gesamt	MW	15,00	14,97	30,42
	n	101	78	78
	SD	*2,94*	*3,12*	*5,38*

Werden in den Gruppen ALT und ISO nur die Probanden betrachtet, die Teilnehmer der gesamten Trainingsintervention waren, so weist die Gruppe ALT einen signifikanten Rückgang der Trainingseinheiten auf ($t(32)=-2{,}58$, $p<0.05$), wohingegen die Reduktion der Trainingseinheiten der Gruppe ISO sich nicht signifikant darstellt ($t(19)=-0{,}85$, n. s.). Die Steigerungen der Anzahl der Trainingseinheiten in den Wechslergruppen sind nicht signifikant.

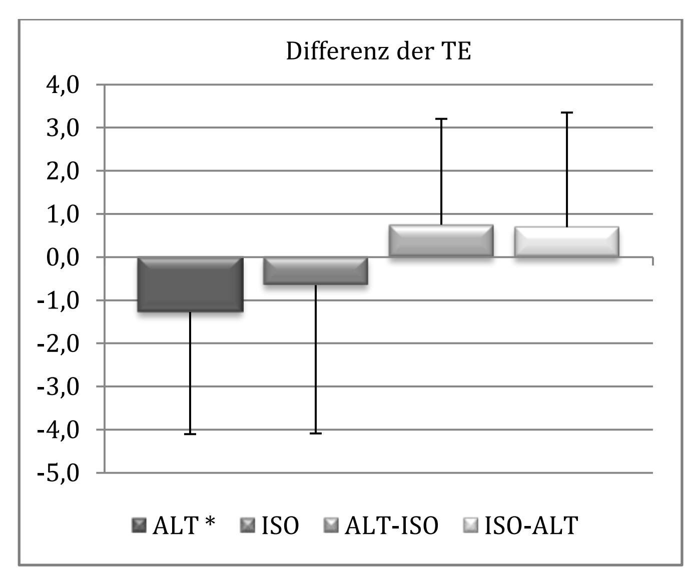


Abbildung 21: Differenzen der Trainingseinheiten vom ersten zum zweiten Interventionsblock mit Standardabweichung, * $p<0.05$, † $p<0.01$

3.3 Akzeptanz der Trainingsmethoden

Zur Beurteilung der Akzeptanz und der subjektiv empfundenen Effektivität der Trainingsmethoden wurde der Akzeptanzfragebogen eingesetzt.

Die Gruppen unterscheiden sich zu Beginn nur in der Subskala *Anstrengung* signifikant ($t(99)=-2{,}12$; $p<0.05$). Die Darstellung der einzelnen Subskalen über den Gesamtuntersuchungszeitraum erfolgt für die Gruppen ALT (n=33) und ISO (n=20). Signifikante Veränderungen bei beiden Gruppen vom Beginn zum Ende sind bei den Subskalen *Anstrengung* ($F(1,51)=13{,}64$; $p<0.01$), *Interesse* ($F(1,51)=4{,}90$; $p<0.05$), *Weiterführung* ($F(1,51)=12{,}60$; $p<0.01$), *Intensität* ($F(1,51)=8{,}85$; $p<0.01$), *Empfehlung* ($F(1,51)=21{,}76$; $p<0.01$) und *Effektivität* ($F(1,51)=86{,}54$; $p<0.01$) festzustellen. Einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen zeigen die Subskalen *Kraftverbesserung* (ALT $t(32)=0{,}68$, n. s. und ISO $t(19)=3{,}39$, $p<0.05$) und *Intensität* (ALT $t(32)=-3{,}38$, $p<0.01$ und ISO $t(19)=-1{,}16$, n. s.).

Somit stellt die alternierende Gruppe keine subjektive Kraftverbesserung durch das Training fest und empfindet die Intensität als ausreichend. Die isolierte Gruppe hingegen sieht eine deutliche subjektive Verbesserung der Kraft durch das Training und beurteilt die Intensität von der Ausprägung her gleich wie ihr ursprüngliches Training. Im zeitlichen Verlauf schätzen beide Gruppen das jeweilige Training anstrengender ein. Ihr Interesse an den Trainingsmethoden ist höher als bei ihrem bisherigen Training, und sie würden die Art des Trainings gerne weiterführen. Obwohl sie die Intensität signifikant höher beurteilen als bei ihrem Training zuvor, würden beide Gruppen ihre Trainingsmethode weiterempfehlen. Die Effektivität der Trainingsmethoden schätzen beide Gruppen ebenfalls deutlich größer ein.

Die Subskala *Methode* wurde zu den Messzeitpunkten Zwischentest und Ende erhoben. Hier zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (ALT t(32)=-0,49, n. s., ISO t(19)=2,70, p<0.05).

Dies besagt, dass die Gruppe ISO lieber in der alternierenden Gruppe trainieren hätte wollen, wohingegen die Gruppe ALT nicht die Methode wechseln würde.

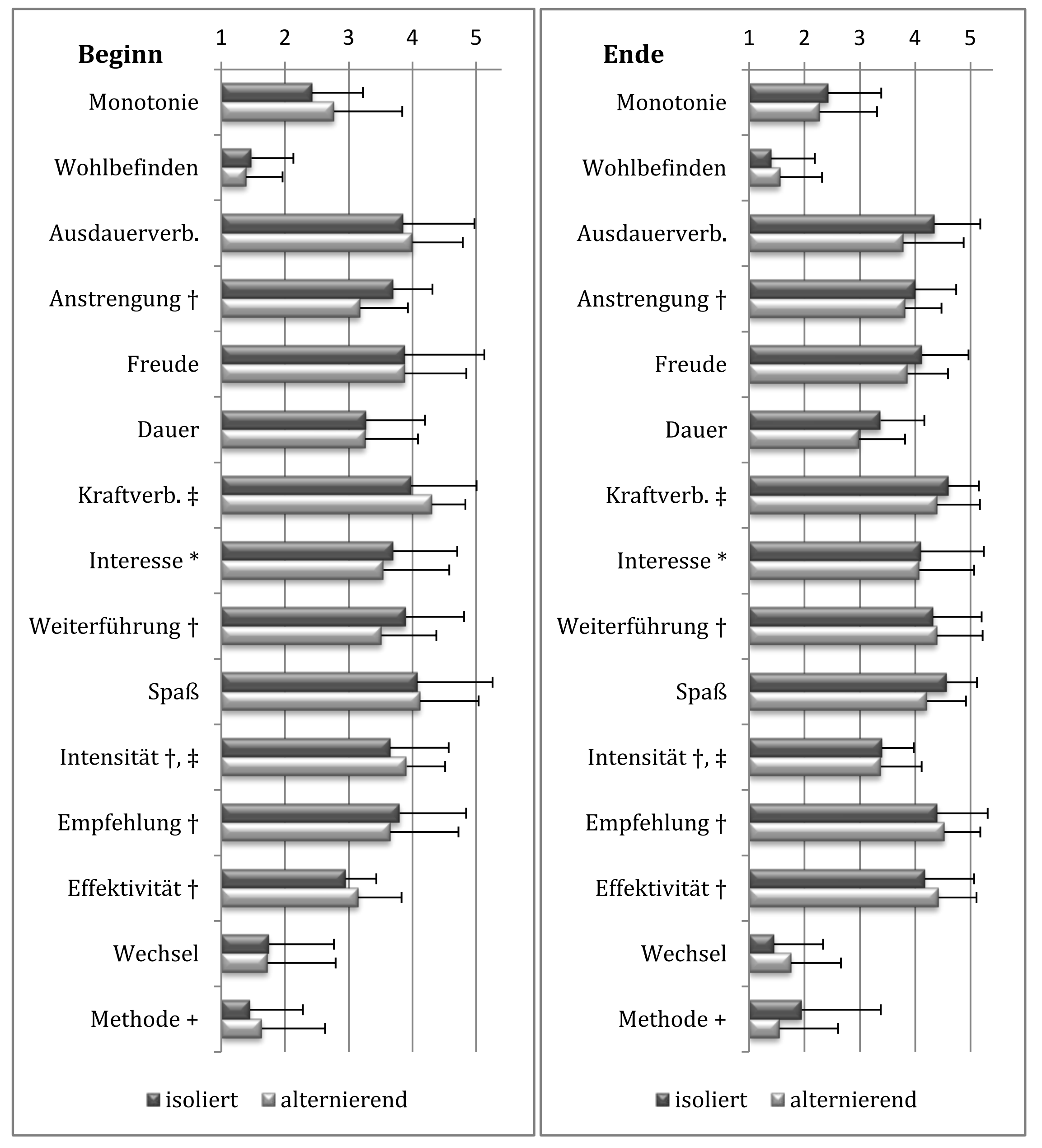


Abbildung 22: Subskalen zu Beginn und am Ende der Gruppe ALT (n=33) und ISO (n=20), sign. Veränderung im zeitlichen Verlauf * p<0.05, † p<0.01, sign. Unterschied zwischen den Gruppen + p<0.05, ‡ p<0.01

Bei der Betrachtung des sechswöchigen Zeitraums von Beginn der Treatmentphase bis zur Zwischentestung können zwischen den beiden Gruppen ALT (n=56) und

ISO (n=45) folgende signifikante Veränderungen und Unterschiede festgestellt werden:

Die Gruppe ALT zeigt bei 10 Subskalen signifikante Veränderungen auf, wohingegen sich bei der Gruppe ISO nur bei zwei Subskalen signifikante Veränderungen darstellen. Diese sind im Einzelnen den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 19: Veränderungen der Subskalen bei der Gruppe ALT über den Zeitraum Beginn - Zwischentest, df = 55, * p<0.05, † p<0.01

Subskalen	MW	SD	t
Monotonie †	-0,55	1,08	-3,83
Wohlbefinden	0,04	0,66	0,41
Ausdauer	0,01	0,96	0,07
Freude	-0,01	0,88	-0,08
Dauer †	-0,36	1,03	-2,61
Kraft †	0,30	0,62	3,69
Interesse †	0,74	1,18	4,69
Weiterführung †	0,86	1,15	5,57
Spaß *	0,29	0,81	2,65
Intensität †	-0,62	0,89	-5,18
Empfehlung †	0,86	1,04	6,17
Effektivität †	1,34	0,96	10,45
Anstrengung †	0,46	0,92	3,72

Tabelle 20: Veränderungen der Subskalen bei der Gruppe ISO über den Zeitraum Beginn - Zwischentest, df = 44, * p<0.05, † p<0.01

Subskalen	MW	SD	t
Monotonie	0,08	1,08	0,48
Wohlbefinden	0,21	0,93	1,53
Ausdauer	0,12	1,39	0,59
Freude	-0,26	1,23	-1,39
Dauer	-0,24	1,22	-1,35
Kraft	0,14	1,17	0,83
Interesse	0,00	1,64	0,00
Weiterführung	0,02	1,49	0,10
Spaß	0,00	1,33	0,00
Intensität	-0,30	1,16	-1,74
Empfehlung *	0,38	1,21	2,10
Effektivität †	1,01	1,16	5,87
Anstrengung	0,24	0,99	1,65

Bei dem Messzeitpunkt Zwischentest unterscheiden sich die Gruppen ALT und ISO signifikant bei den Subskalen *Monotonie* (t(99)=-2,03; p<0.05), *Interesse* (t(99)=3,26; p<0.01), *Weiterführung* (t(99)=3,11; p<0.01), *Empfehlung* (t(99)=2,72; p<0.01) und *Effektivität* (t(99)=2,06; p<0.05).

Die Fragebogendaten der Wechslergruppen (Gruppe ALT-ISO und Gruppe ISO-ALT) mussten verworfen werden, da eine überproportional hohe Anzahl der Probanden den Fragebogen nach dem Wechsel der Trainingsmethode beim Abschlusstest nicht korrekt ausgefüllt hat. Es wurden die einzelnen Fragen zu den Subskalen absolut widersprüchlich beantwortet. Somit kann die Hypothese des Wechsels der Trainingsmethode zur Akzeptanz nicht überprüft werden.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann die Hypothese $H_{1Akzeptanz}$ nicht in vollem Umfang bestätigt werden. Da nur drei von 15 Subskalen signifikante Unterschiede über die gesamte Treatmentphase aufweisen, ist die Alternativhypothese

mit der Aussage zu verwerfen, dass sich die alternierende Methode nicht von der isolierten Methode in der Akzeptanz der Methoden unterscheidet.

3.4 Physiologische Parameter

3.4.1 Anthropometrische Daten

Das Körpergewicht (F(1,74)=0,11; n. s.) und der BMI bleiben über den Trainingszeitraum von 12 Wochen in allen Gruppen nahezu gleich. Die Veränderungen des Gewichts liegen mit unter einem Kilogramm im Rahmen der Messtoleranz bzw. unter der Schwankung der Tagesform. Der BMI verändert sich nicht signifikant bei allen Gruppen (F(1,74)=0,01) um weniger als 0,2 Punkte.

Zur Ermittlung des Körperfettgehalts dienen die Dicken der Hautfalten. Bei der Summe der Hautfaltendicke kommt es zu einer hoch signifikanten Reduzierung bei allen Gruppen (F(1,74)=96,45; p<0.01), wobei die Gruppe ALT mit 15,24 ±9,77 mm und die Gruppe ISO mit 18,1 ±12,68 mm deutlich höhere Werte erreichen als die beiden Wechslergruppen mit 5,83 ±8,3 mm bzw. 8,77 ±6,25 mm. Bei den einzelnen Punkten der Körperregionen verändern sich die Werte der alternierenden Gruppe (Trizeps/Brust: t(32)=-7,05; p<0.01; Bauch/Beckenkamm t(32)=-5,20; p<0.01; Oberschenkel t(32)=-5,15; p<0.01) und isolierten Gruppe (Trizeps/Brust: t(19)=-3,63; p<0.01; Bauch/Beckenkamm t(19)=-3,52; p<0.01; Oberschenkel t(19)=-4,54; p<0.01) hoch signifikant. Bei den Wechslern kommt es nur bei den Werten Trizeps/Brust (ALT-ISO: t(11)=-2,58; p<0.05; ISO-ALT: t(12)=-3,55; p<0.01) zu einer signifikanten Abnahme und bei der Gruppe ISO-ALT zu einer signifikanten Verringerung bei der Bauch-/Beckenfalte (t(12)=-3,62; p<0.01).

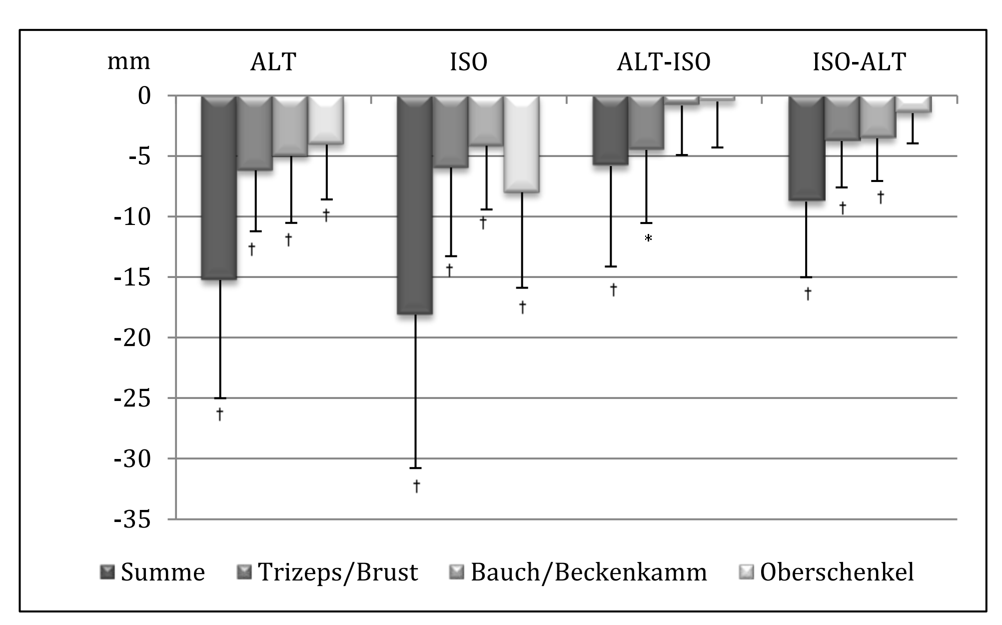


Abbildung 23: Veränderungen der Hautfalten in mm mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Der daraus resultierende Körperfettanteil nimmt in allen Gruppen hoch signifikant (F(1,74)=81,47; p<0.01) ab. Bei der alternierenden Gruppe verringert sich der Körperfettanteil um 4,38% und bei der Gruppe ISO um 4,65%, wobei die Differenz mit 1,8% bzw. 2,44% deutlich geringer bei den Personen ausfällt, die nach 6 Wochen die Trainingsmethode wechseln. Diese Unterschiede zwischen den Gruppen sind nicht signifikant.

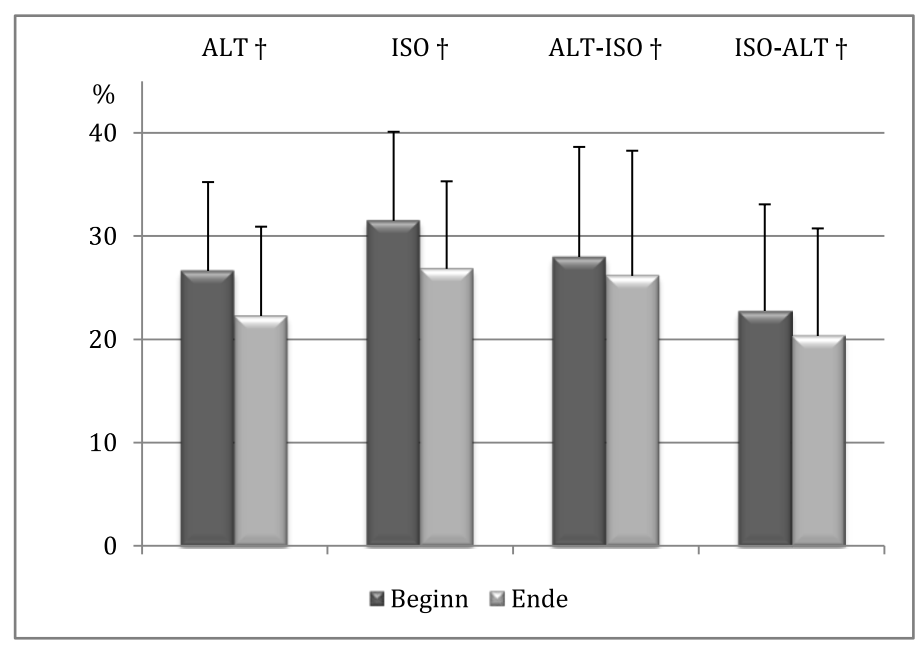


Abbildung 24: Prozentualer Körperfettgehalt mit Standardabweichung zu den Messzeitpunkten Beginn und Ende, * p<0.05, † p<0.01

Betrachtet man die Veränderung des Körperfettgehalts getrennt nach den Geschlechtern, so zeigt sich, dass bei der Gruppe ALT sowohl die Männer als auch die Frauen in gleichem Umfang den Anteil reduzieren (Männer: t(13)=-8,60; p<0.01; Frauen: t(18)=-5,95; p<0.01). Bei der Gruppe ISO-ALT verringern ebenfalls beide Geschlechter hoch signifikant den Körperfettanteil (Männer: t(6)=-4,26; p<0.01; Frauen t(5)=-4,86; p<0.01). In den anderen beiden Gruppen ist je eine Geschlechtergruppe, die keine signifikanten Veränderungen aufweist. In der Gruppe ISO erzielen nur die Frauen hoch signifikante Verringerungen (t(14)=-5,19; p<0.01) und in der Gruppe ALT-ISO verringern die Männer den Körperfettgehalt signifikant (t(4)=-4,03; p<0.05).

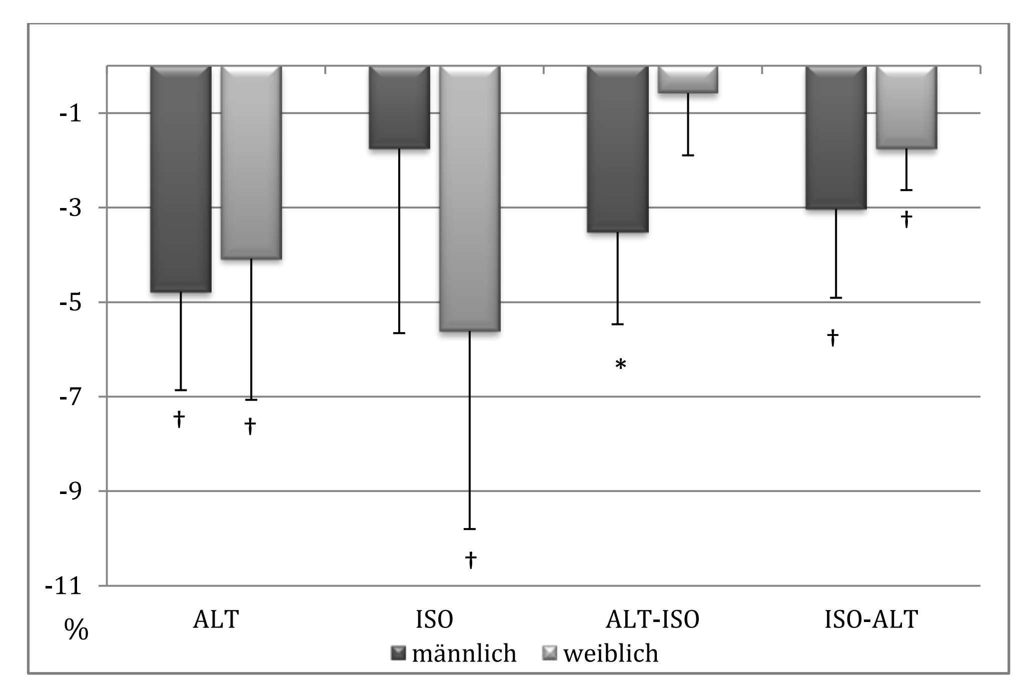


Abbildung 25: Verringerung des Körperfettanteils in % getrennt nach Geschlecht mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Somit ändert sich die fettfreie Masse ebenfalls hoch signifikant ($F(1,74)=67,02$; $p<0.01$) im zeitlichen Verlauf. Der Anstieg bei der alternierenden und isolierten Gruppe ist mit 3,21 kg gleich. Die fettfreie Masse der Gruppe ALT-ISO steigt um 2,03 kg und der Gruppe ISO-ALT um 1,83 kg an.

Für die anthropometrischen Kenngrößen kann die H_1 außer für den Parameter Körpergewicht bestätigt werden, da sich die Gruppen im zeitlichen Verlauf verändern. Jedoch besteht kein Unterschied zwischen den Gruppen.

Die $H_{1Wechsel}$ kann für die Parameter der Anthropometrie außer dem Körpergewicht bestätigt werden, da sich die restlichen Parameter nicht von den Probanden, die gleichbleibend trainieren, unterscheiden.

Für die einzelnen Körperregionen der Hautfaltendicke muss die $H_{1Wechsel}$ für die Bereiche Bauch und Oberschenkel verworfen werden, da sich hier ein Unterschied zu den Gruppen ALT und ISO darstellt.

Für den Parameter Körpergewicht muss sowohl die Nullhypothese „Anthropometrie“ als auch „Wechsel“ beibehalten werden.

3.4.2 Kardiopulmonales System

Zur Beurteilung des Einflusses der Trainingsmethoden auf das kardiopulmonale System werden die Parameter absolute und relative maximale Sauerstoffaufnahme, maximale Leistung, Leistung und Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle herangezogen.

Alle Kennwerte zeigen hoch signifikante Veränderungen im zeitlichen Verlauf bei der Gesamtgruppe auf.

Tabelle 21: F-Werte der Parameter des kardiopulmonalen Systems

Parameter	F-Wert (1, 73)	Signifikanz
VO_{2max}	30,13	p<0.01
rel. VO_{2max}	29,79	p<0.01
P_{max}	68,39	p<0.01
rel. P_{max}	58,04	p<0.01
P_{VAT}	58,93	p<0.01
Hf_{VAT}	12,37	p<0.01

Den größten Zuwachs bei der VO_{2max} erreichte die Gruppe ISO-ALT mit 200,85 ±207,65 ml/min (t(12)=3,349; p<0.01), den geringsten die Gruppe ALT mit 59,3 ±180,78 ml/min (t(12)=1,88; n. s.). Die Gruppe ISO verbesserte die VO_{2max} im Mittel um 178,8 ±216,82 ml/min (t(19)=4,21; p<0.01) und die Gruppe ALT-ISO um 88,91 ±216,82 ml/min (t(10)=1,36; n. s.). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen besteht nicht.

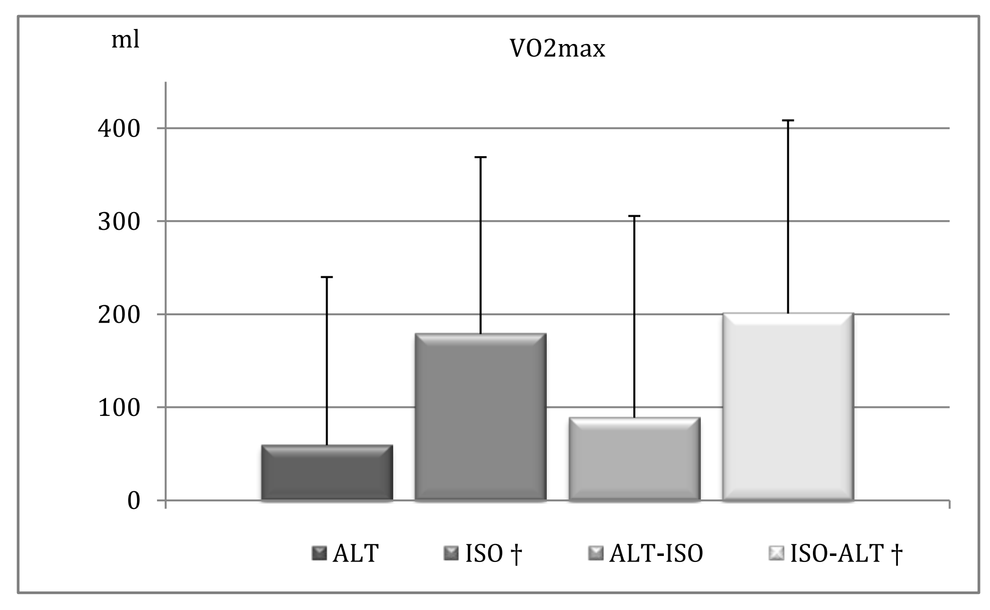
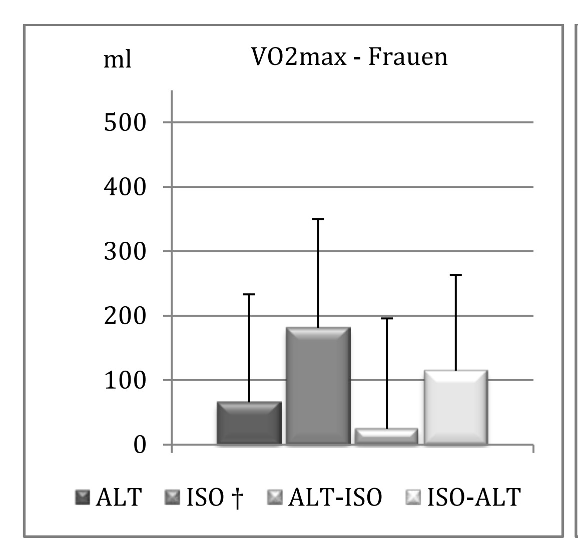


Abbildung 26: Veränderung der maximalen Sauerstoffaufnahme vom Beginn zum Ende mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Da dieser Parameter geschlechtsspezifisch ist (vgl. 2.6.1.2), ist es notwendig die Berechnung getrennt nach Männern und Frauen zu betrachten.



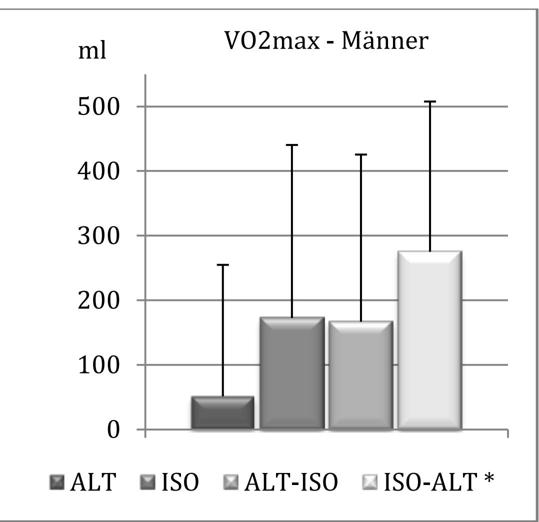
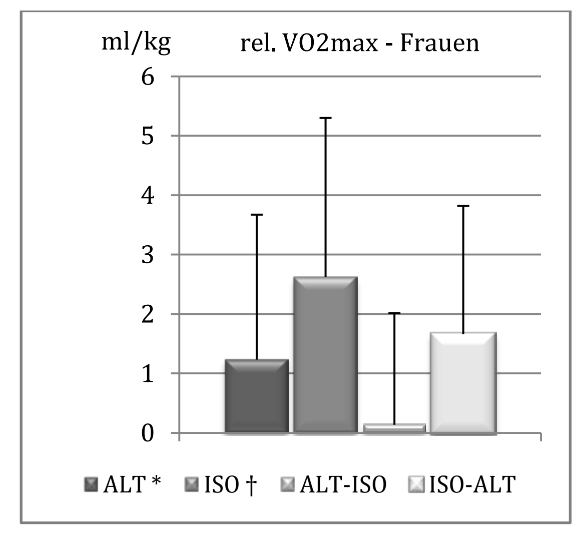


Abbildung 27: Veränderung der VO_{2max} getrennt nach Geschlecht, Unterschiede zwischen den Gruppen mit Standardabweichung, * $p<0.05$, † $p<0.01$

Für das Gesamtkollektiv der Frauen kommt es zu einer hoch signifikanten Verbesserung der VO_{2max} (t(45)=4,13; p<0.01). Die Männer verbessern sich ebenfalls hoch signifikant (t(30)=3,3; p<0.01). Wie der Abbildung 27 zu entnehmen ist, verteilen sich die Veränderungen auf die einzelnen Gruppen der Trainingsmethoden sehr inkonsistent. Die statistischen Berechnungen ergeben für die einzelnen Gruppen nur für die männlichen Probanden der Gruppe ISO-ALT (t(6)=3,13; p<0.05) und für die weiblichen Probanden der Gruppe ISO (t(14)=4,15; p<0,01) signifikante Ergebnisse. Tendenziell verbessert sich die VO_{2max} bei der Gruppe ISO mehr als bei der Gruppe ALT. Bei den Wechslern steigt der Wert bei der Gruppe ISO-ALT mehr an als bei der Gruppe ALT-ISO.

Betrachtet man die VO_{2max} bezogen auf das Körpergewicht, so zeigt sich, dass bei den Gruppen ALT und ISO nur die Frauen signifikante Steigerungen erreichen, obwohl sich beide Geschlechtergruppen zusammen betrachtet signifikant verändern (Frauen: t(45)=4,35; p<0.01 und Männer: t(30)=3,26; p<0.01). So verbessern sich die weiblichen Probanden der Gruppe ALT um 1,23 ±2,44 ml/kg (t(18)=2,2; p<0.05) und der Gruppe ISO um 2,62 ±2,68 ml/kg (t(14)=3,79; p<0.01). Bei den Wechslern und bei den Männern erzielen nur die männlichen Probanden der Gruppe ISO-ALT signifikante Steigerungen (t(6)=3,85; p<0.01).



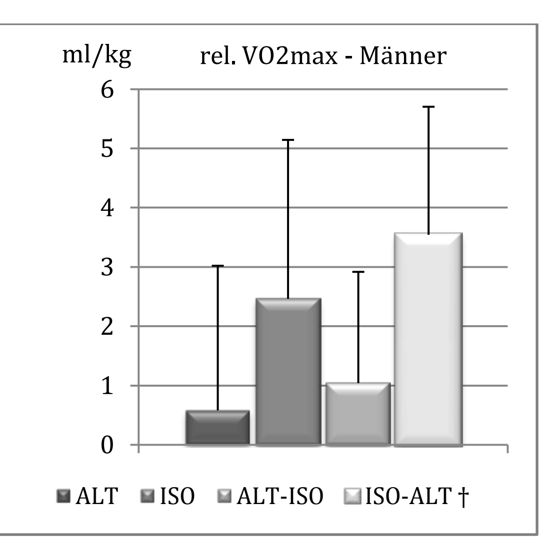


Abbildung 28: Veränderung der relativen VO_{2max} getrennt nach Geschlecht, Unterschiede zwischen den Gruppen mit Standardabweichung, * $p<0.05$, † $p<0.01$

Diese sehr inhomogenen Ergebnisse und die zum Teil sehr kleinen Fallzahlen der einzelnen Untergruppen lassen keinen eindeutigen Schluss bezüglich der Hypothese für die Ausdauer zu. Es muss somit die $H_{0Ausdauer}$ für den Parameter VO_{2max} beibehalten werden, da die Unterbrechung des Ausdauertrainings keine signifikanten Unterschiede aufweist.

Die Hypothese H_1 zum Wechsel der Methode kann für diesen Parameter nicht bestätigt werden und es muss die $H_{0Wechsel}$ beibehalten werden, da es keine eindeutigen Unterschiede zu den Nicht-Wechslern gibt.

Bei der maximalen Leistung zeigt sich ein anderes Bild. Hier verzeichnet die Gruppe ALT mit 17,7 ±11,89 Watt den größten Anstieg ($t(32)=8{,}55$; $p<0.01$). Die Gruppe ISO erreicht eine Steigerung von 12,65 ±10,16 Watt ($t(19)=5{,}57$; $p<0.01$), die Gruppe ALT-ISO von 7,36 ±11,40 Watt ($t(10)=2{,}14$; n. s.) und die Gruppe ISO-ALT von 13,85 ±17,43 Watt ($t(12)=2{,}86$; $p<0.05$).

In der Betrachtung der relativen maximalen Leistung wiederholen sich die Ergebnisse der absoluten maximalen Leistung. So erreicht die Gruppe ALT die größten Steigerungen bezogen auf das Körpergewicht mit 0,25 ±0,19 Watt/kg ($t(32)=7{,}68$; $p<0.01$). Die Gruppen ISO ($t(19)=5{,}52$; $p<0.01$) und ISO-ALT ($t(12)=3{,}51$; $p<0.01$) steigern sich gleichermaßen signifikant um 0,18 Watt/kg (±0,16 bzw. 0,19 Watt/kg). Die Veränderungen der Gruppe ALT-ISO sind nicht signifikant ($t(10)=1{,}09$; n. s.).

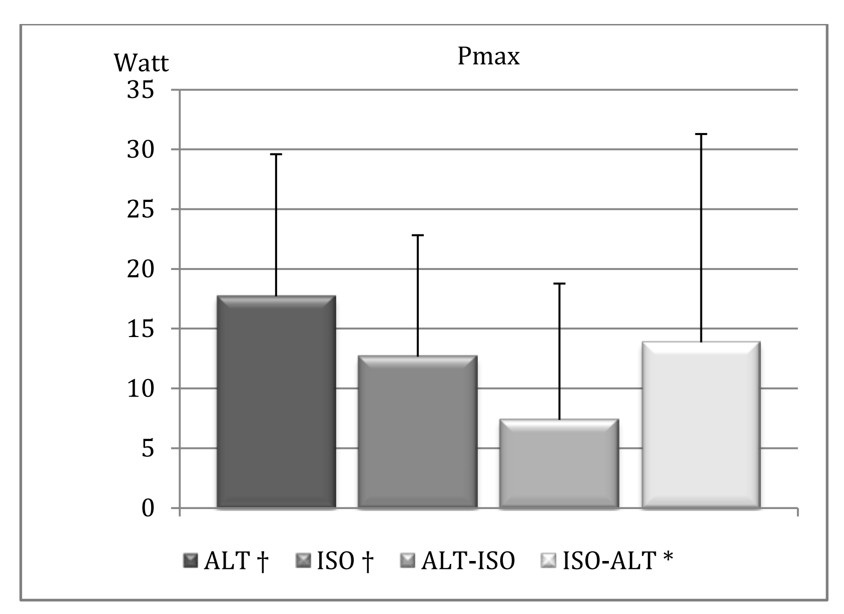


Abbildung 29: Veränderung der maximalen Leistung vom Beginn zum Ende mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

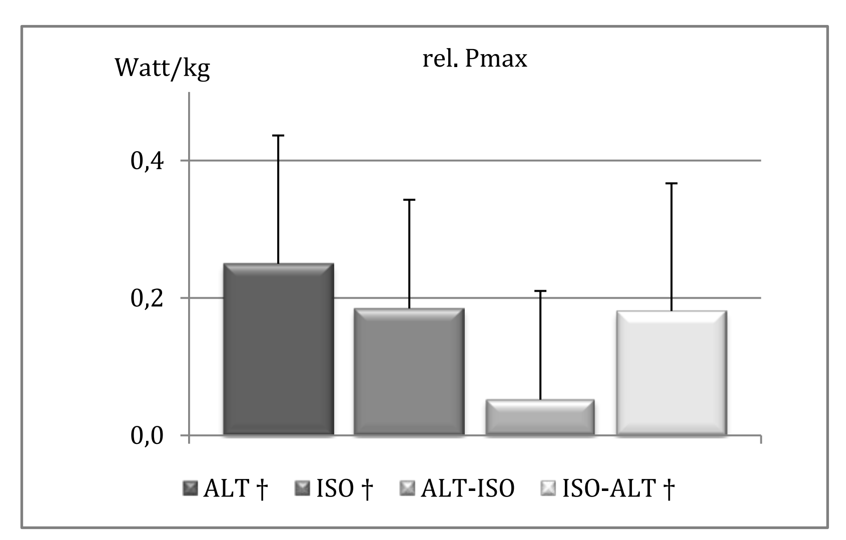


Abbildung 30: Veränderung der relativen maximalen Leistung vom Beginn zum Ende mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

An dem aerob-anaeroben Übergangsbereich (VAT) verändern sich die Leistungswerte ähnlich der maximalen Werte. Bei der Gruppe ALT erhöht sich die VAT um 26,7 ±23,06 Watt (t(32)=6,65; p<0.01). Bei den anderen Gruppen verschiebt sich die VAT um 18,55 ±22,86 Watt (ISO) (t(19)=3,63; p<0.01), 24,27 ±13,47 Watt (ALT-ISO) (t(10)=5,98; p<0.01) und 13,31 ±21,40 Watt (ISO-ALT) (t(12)=2,42; p<0.05).

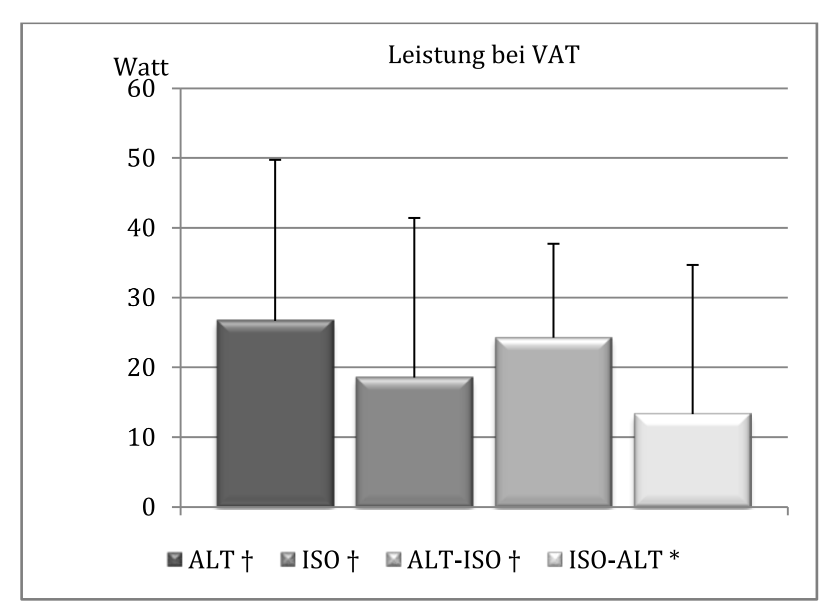


Abbildung 31: Veränderung der Leistung an der anaeroben Schwelle vom Beginn zum Ende mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Die Herzfrequenz an der VAT steigt bei den Gruppen ALT hoch signifikant (t(32)=3,40; p<0.01) und ALT-ISO signifikant (t(10)=3,02; p<0.05) an, wohingegen die maximale Herzfrequenz nur in der Gruppe ALT signifikante Veränderungen (t(32)=2,16; p<0.05) aufzeigt.

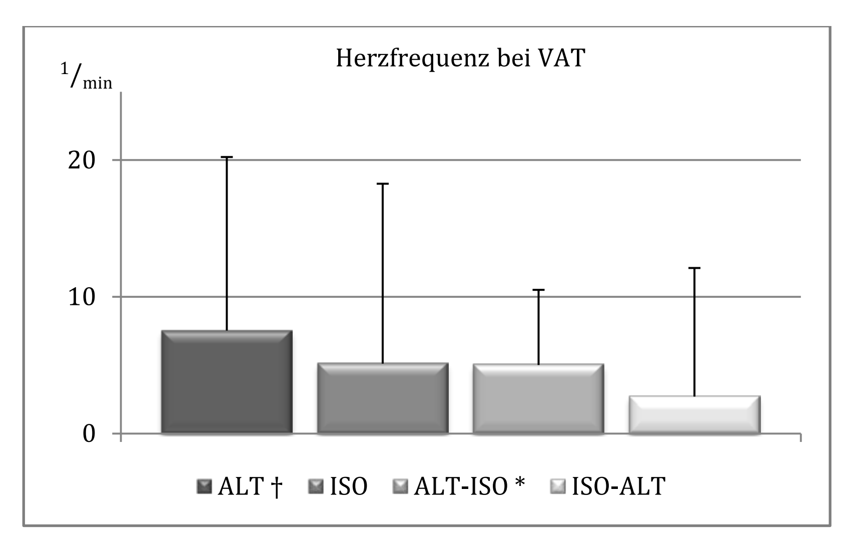


Abbildung 32: Veränderung der Herzfrequenz an der VAT vom Beginn zum Ende mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Für die Parameter der Leistung im Ausdauerbereich muss ebenfalls die H_0 beibehalten werden, da sich die Gruppen ALT und ISO nicht voneinander unterscheiden.

Für diese Parameter muss die $H_{1Wechsel}$ beibehalten werden, da sich die Gruppen ALT-ISO und ISO-ALT in ihren Veränderungen von den Nicht-Wechslern nicht unterscheiden. Sie verbessern ihre Leistung im Ausdauerbereich in ähnlichem, teils ebenfalls signifikantem Umfang.

3.4.3 Muskuläres Funktionssystem

Die Veränderungen an den Kraftgeräten zeigen ein sich wiederholendes Bild bei allen Übungen. Es kommt bei allen Gruppen zu hoch signifikanten Verbesserungen des 1-RM im zeitlichen Verlauf.

Tabelle 22: F-Werte des muskulären Funktionssystems

Parameter	F-Wert	Signifikanz
1-RM-Latzug	F(1,73)=137,61	p<0.01
1-RM-Bauch	F(1,73)=145,54	p<0.01
1-RM-Brust	F(1,74)=183,90	p<0.01
1-RM-unterer Rücken	F(1,72)=189,15	p<0.01
1-RM-oberer Rücken	F(1,74)=300,93	p<0.01

Die Zuwächse bei den Kraftübungen unterscheiden sich nicht signifikant unter den Gruppen. Die größten Kraftgewinne erzielten die Gruppe ALT mit 81,76 kg ±42,15 kg, und die Gruppe ISO-ALT mit 81,68 kg ±36,84 kg, gefolgt von der Gruppe ALT-ISO mit 76,18 kg ±30,57 kg und der Gruppe ISO mit 65,93 kg ±24,54 kg.

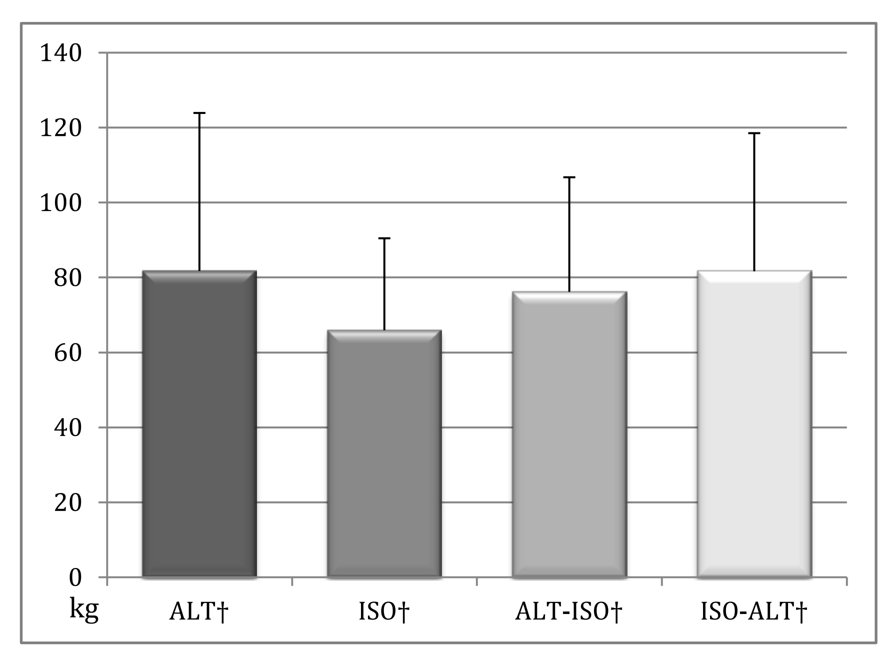


Abbildung 33: Veränderung der Gesamtkraft mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Tendenziell sind die durchschnittlichen Steigerungen des 1-RM in den einzelnen Kraftübungen bei der alternierenden Gruppe höher als bei der isolierten Gruppe.

Bei den Wechslern erzielt die Gruppe ISO-ALT größere Zuwächse, die fast gleich den Werten der Gruppe ALT sind. In der Einzelbetrachtung hat die Gruppe ISO-ALT bis auf die Übung Latzug die größten Steigerungen (unterer Rücken: 21,15 kg ±9,65 kg, Bauch: 13,38 kg ±8,17 kg, Brust: 15,40 kg ±11,74 kg und oberer Rücken: 14,11 kg ±5,77 kg). Bei der Übung Latzug erreicht die Gruppe ALT mit 20,92 kg ±14,11 kg die größten Werte.

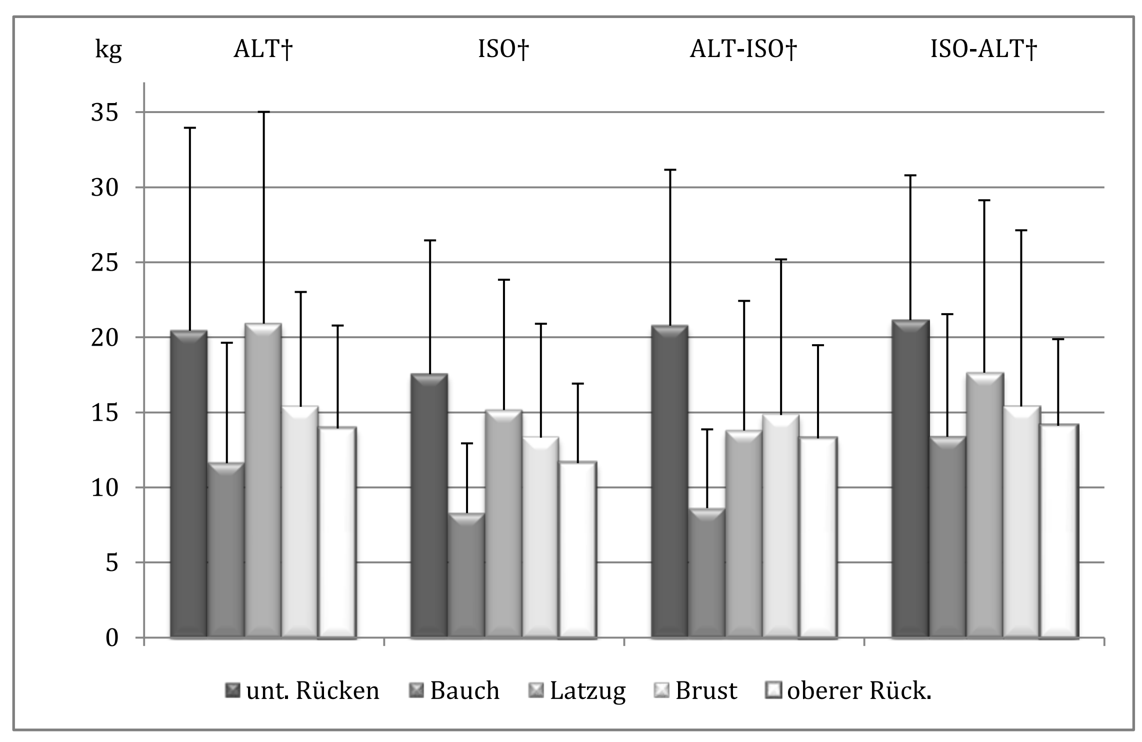


Abbildung 34: Veränderungen des 1-RM der einzelnen Gruppen bei den einzelnen Übungen mit Standardabweichung, * p<0.05, † p<0.01

Bei der relativen Kraftentwicklung bezogen auf das Körpergewicht erreicht die Gruppe ALT mit 1,08 kg/kg ±0,46 kg/kg den größten signifikanten Anstieg (t(31)=13,29; p<0.01), gefolgt von den Gruppen ISO-ALT mit 1,06 kg/kg ±0,34 kg/kg (t(12)=11,30; p<0.01) und ISO mit 0,91 kg/kg ±0,27 kg/kg (t(19)=14,80; p<0.01). Den geringsten Zuwachs erzielt die Gruppe ALT-ISO mit 0,86 kg/kg ±0,31 kg/kg (t(9)=8,76; p<0.01).

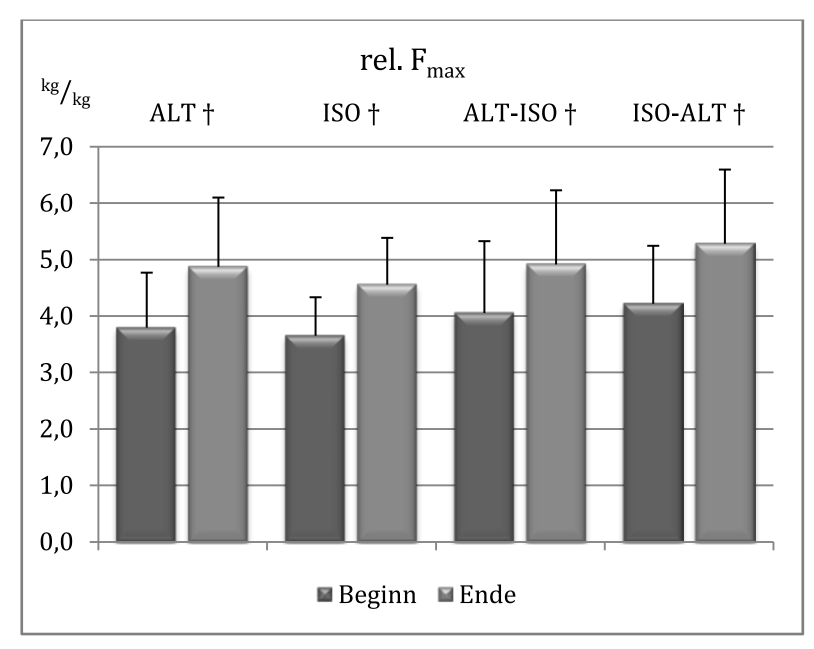


Abbildung 35: relative Gesamtkraft zu Beginn und am Ende mit Standardabweichung, * $p<0.05$, † $p<0.01$

Die Nullhypothese für den Bereich des Krafttrainings muss beibehalten werden, da sich die alternierende Gruppe nicht von der isolierten unterscheidet. Die Tendenzen zeigen auf, dass eine Unterbrechung des Krafttrainings durch ein Ausdauerintervall wohl höhere Veränderungen hervorruft, als ein kontinuierliches Training.

Für den Parameter Kraft zum Wechsel der Methode kann die Hypothese H_1 bestätigt werden, da sich die Gruppen ISO-ALT und ALT-ISO nicht von den Gruppen ISO und ALT unterscheiden.

4 Diskussion

4.1 Ziel der Untersuchung

Allgemeines Ziel der Untersuchung war es, die Frage nach den Effekten und der Akzeptanz von neuartigen Trainingsformen zu belegen.

Hierzu wurden zwei unterschiedliche Trainingsmethoden im Fitness- und Gesundheitssport beleuchtet und die Umsetzbarkeit, die Akzeptanz der Methoden, die Effekte auf die Körperkenngrößen sowie Kraft- und Ausdauerparameter herausgestellt.

Spezifisch wurde untersucht, wie sich die Praktikabilität der Trainingsmethoden im gesamten Trainingsbetrieb gestaltet. Mittels eines Fragebogens wurde die Akzeptanz der Trainingsmethoden evaluiert und die Motivation der Trainingsgruppen ermittelt. Neben den Auswirkungen des Trainings auf anthropometrische Kenngrößen wurden Parameter des kardiopulmonalen Systems zur Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit erhoben. Die Veränderungen der Kraftfähigkeiten durch die unterschiedlichen Trainingsmethoden wurden anhand von Trainingsübungen an Geräten untersucht.

4.2 Praktikabilität der Trainingsmethoden

Nach Absprachen mit den Verantwortlichen der Einrichtung war es möglich, die Trainingsmethoden in den laufenden Studiobetrieb zu integrieren. Für die Betreiber war es von großem Interesse, zu sehen, ob sich ein Training nach unterschiedlichen Trainingsmethoden in der Einrichtung durchführen lässt, da der Betrieb erst kurz vor dem Untersuchungsbeginn neu eröffnet wurde und Mitglieder aus zwei verschiedenen Studios der Firmengruppe zusammengeführt wurden. Im Trainingsbereich ist für das Zirkeltraining ein separater Bereich ausgewiesen (siehe Abbildung 36).

Durch die Studioplaner und die Gerätefirma wurden der so genannte cardiovaskuläre Zirkel und dessen Geräte vorgegeben. Die Ausstattung besteht aus je vier Fahrradergometern und Ellipsentrainern sowie zusätzlich zu den Kraftgeräten der Untersuchung aus Kniestrecker, Kniebeuger und Armseitheber.

Um den Ablauf des alternierenden Trainings nicht zu stören und die kurzen Wege zwischen den Kraft- und Ausdauerteilen aufrecht zu erhalten, absolvierte die Gruppe der isoliert Trainierenden den Ausdauerblock an Geräten außerhalb des ausgewiesenen Bereichs. Zu den Stoßzeiten und intensiv genutzten Betriebszeiten wurde es nötig, dass die Probanden auch Geräte außerhalb des Zirkels benutzten,

da sonst die Pausenzeiten zu groß wurden. Eine Zahl von bis zu acht Studienteilnehmer konnte mit Absprachen untereinander ungehindert gleichzeitig im Zirkel trainieren. Hier war es gleichgültig, nach welcher Methode sie vorgingen. Durch den sofortigen Wechsel an das nächste Gerät waren die Wartepausen mit maximal 45 sec im veranschlagten Intervall.

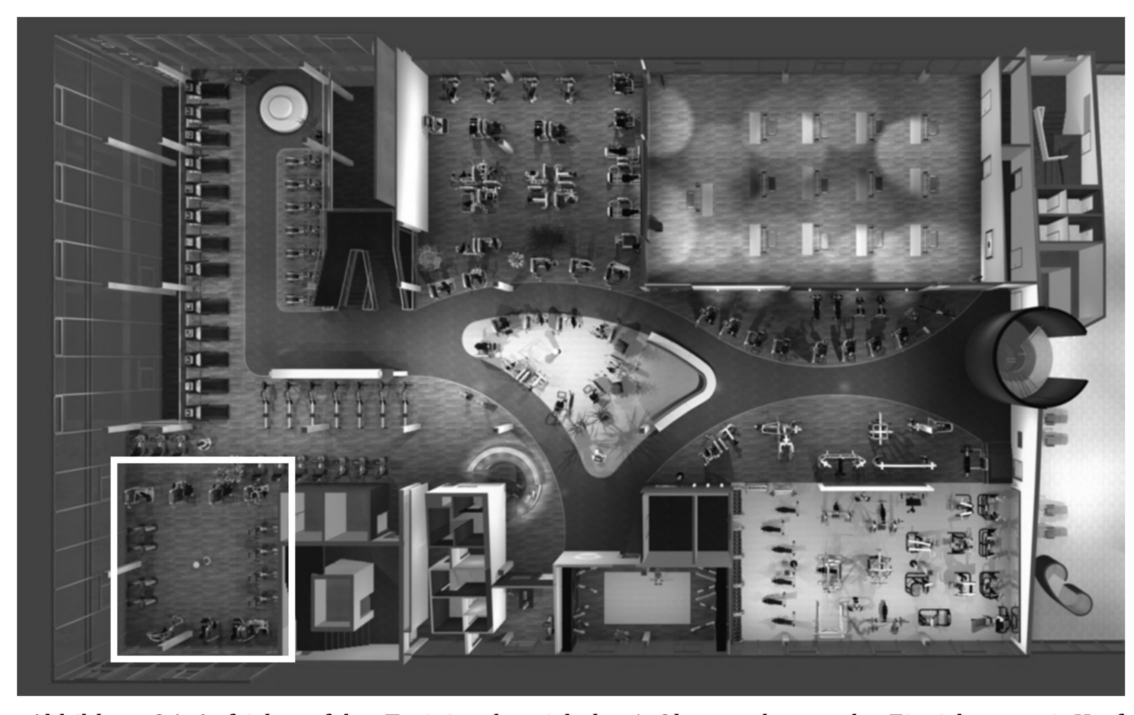


Abbildung 36: Aufsicht auf den Trainingsbereich des 1. Obergeschosses der Einrichtung mit Kraft- und Ausdauergeräten. Die Markierung unten links zeigt den Bereich für das Zirkeltraining.

Zu Beginn der Trainingsphase kam es zu Konflikten mit anderen Kunden des Studios, die nach anderen Methoden (z. B. Mehrsatztraining) im ausgewiesen Bereich trainierten. Durch die zeitliche Blockierung der Geräte während der Erholungspausen war es für die Probanden der Studie schwierig den Trainingsrhythmus und die Geräteabfolge im Sinne des Circuit-Trainings einzuhalten. Durch Hinweistafeln und Unterstützung der Trainer wurde dieses Problem zügig gelöst und es kam zu keinen weiteren Verstimmungen und Konflikten unter den Kunden. Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass es ohne entsprechende Schulung und Information der Trainer und der Kunden schwierig ist, Trainingsformen mit unterschiedlichem Ablauf in einem Studiobereich durchzuführen. Ohne ausgewiesene Trainingsbereiche ist dies nicht möglich.

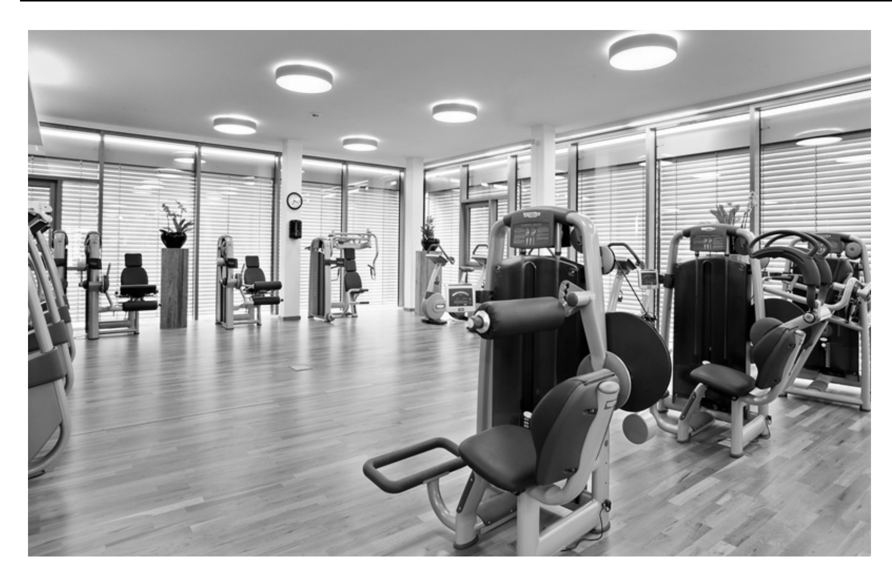


Abbildung 37: Blick in den Bereich des Zirkeltrainings

4.3 Motivation und Akzeptanz der Trainingsmethodik

Die Motivation der Studienteilnehmer ist als hoch einzuschätzen. Die geforderten Trainingseinheiten wurden von allen Untersuchungsgruppen in mehr als ausreichendem Maße absolviert. Die durchschnittliche Anzahl von 30,42 (±5,38) Trainingseinheiten liegt im obersten Bereich der Vorgabe, die an die Trainierenden gestellt wurde. Die Verteilung der Trainingseinheiten ist über den Gesamtinterventionszeitraum gleich. So liegt die durchschnittliche Anzahl der Einheiten im ersten Teil bei 15,00 (±2,94) und im zweiten Teil bei 14,97 (±3,12). In den Gruppen schwanken die absolvierten Einheiten zwischen 14,08 (±2,47) bei der Gruppe ALT-ISO im ersten Teil und 15,85 bei den Gruppen ISO (±3,41) und ISO-ALT (±3,80) im zweiten Teil.

Bei der Betrachtung der Teilnehmer, die den gesamten Interventionszeitraum absolviert haben, zeigt sich, dass bei den Gruppen, die nach dem Zwischentest die Methode wechselten, eine, wenn auch nicht signifikante, Steigerung zu verzeichnen ist. Bei den anderen beiden Gruppen geht die Anzahl der absolvierten Trainingseinheiten zurück; bei der Gruppe ALT sinkt sie signifikant. Zwar schätzen beide Gruppen auch im zweiten Teil das Training nicht monoton ein, jedoch verringert sich bei der Gruppe ALT das Item *Spaß* signifikant ($t(32)=-2{,}36$; $p<0.05$), was Rückschlüsse auf eine zurückgehende Motivation bei der gleichen Trainingsmethode über 12 Wochen zulässt.[263] Ursächlich für den Rückgang ist nicht die Methode an sich, sondern die Auswahl der Übungen bzw. die gleichbleibenden Übungen über die gesamte Trainingsphase, was die Auswertung der offenen Fragen des Akzeptanzfragebogens aufzeigt.

[263] Das Item *Spaß* hat bei der Gruppe ISO den identischen Wert bei beiden Messzeitpunkten ($t(19)=0$; n. s.).

Die regelmäßige Trainingsteilnahme wurde durch das Trainingstool Wellness System unterstützt. So war es für die Teilnehmer immer präsent, wann sie die letzte Trainingseinheit absolviert haben. Der Testleiter konnte mittels des dazugehörigen Steuerungsprogramms nachvollziehen, welche Trainingseinheiten schon geleistet wurden. Zwar kontrollierte er die Probanden nicht regelmäßig, doch wurde es vereinzelt notwendig, dass Personen von ihm kontaktiert wurden, die ihrem Trainingspensum nicht nachgekommen waren. Trainingsunterbrechungen konnten somit minimiert werden bzw. mit dem Testleiter abgesprochen werden.

Die hohe Motivation spiegelt sich auch in der geringen Drop-Out-Quote im zweiten Teil der Interventionsphase wider. In dieser Phase schied kein Proband ohne nachvollziehbaren Grund oder aus Desinteresse aus. Die 23 Probanden, die das Training vorzeitig abbrechen mussten oder den Abschlusstest nicht durchführen konnten, verteilten sich gleich auf die Gruppen ALT und ISO. Gründe hierfür waren drei Schwangerschaften und drei berufliche Veränderungen, die eine Fortführung des Trainings in der Einrichtung nicht mehr möglich machten, sieben Verletzungen außerhalb des Trainings, acht Erkrankungen während der Trainingsphase, die eine Unterbrechung von mehr als drei Wochen mit sich brachten und zwei akute Erkrankungen vor dem Abschlusstest. Die Drop-Outs in einer Höhe von 35 Personen im ersten Teil lassen sich neben den oben genannten Gründen auf mangelnde Information, fehlendes Interesse vor allem bei jungen Probanden und das alleinige Abgreifen einer hochwertigen Leistungsdiagnostik erweitern.

Die Alternativhypothese zur Akzeptanz der Trainingsmethoden muss aufgrund der geringen Unterschiede der Subskalen zwischen den Gruppen verworfen werden. Die einzelnen signifikanten Veränderungen und Unterschiede zeigen auf, dass die Methoden von den Trainierenden akzeptiert und als erfolgversprechender als das bisherige Training angesehen wurden. Belegt wird dies durch die signifikanten Veränderungen der Subskalen *Interesse*, *Weiterführung*, *Empfehlung* und *Effektivität*. Beide Trainingsformen, isolierte und alternierende Methode, finden die Probanden mit einer hohen Bewertung sehr interessant und interessanter als ihr gewohntes Training. Ebenso würden beide Gruppen die neue Trainingsform lieber weiterführen als das bisherige Training, obwohl sie es signifikant anstrengender empfinden. Die Gruppen würden das neue untersuchte Training eher weiterempfehlen als das gewohnte Training vor der Untersuchung und sprechen der neuen Trainingsform eine höhere Effektivität zu. Die höhere Effektivität wird auch durch die nicht statistisch ausgewerteten offenen Antworten der Probanden belegt. So geben viele Teilnehmer an, dass ihnen vor allem die Körperformung und der Muskelzuwachs durch das Training gefallen. Die Intensität des Trainings empfinden beide Gruppen geringer als ihr gewohntes Training.

Bei den Subskalen *Kraft*, *Intensität* und *Methode* unterscheiden sich die Gruppen signifikant. So weist die Gruppe ISO eine signifikant höher eingeschätzte Kraftver-

besserung durch das Training auf als die Gruppe ALT, wohingegen das Intensitätsempfinden bei der alternierenden Trainingsgruppe stärker zurückgeht als bei der Gruppe ISO. Die Ausprägungen auf die Frage: „Hätten sie lieber nach der anderen Methode trainieren wollen?“ orientieren sich deutlich zugunsten der alternierenden Methode. Denn bei der Gruppe ISO steigt der Wert an, wohingegen der der Gruppe ALT tendenziell abnimmt. Die nahezu gleichbleibenden Einschätzungen zur Kraftverbesserung bei der Gruppe ALT widersprechen den gemessenen Kraftzuwächsen, bei denen die Gruppe ALT vor der Gruppe ISO liegt. Daraus lässt sich folgern, dass die Unterbrechung der Kraftteile durch die Ausdauer einen deutlich geringeren Kraftzuwachs suggeriert, aber den mindestens gleichen Benefit erzielt.

Bei den Subskalen, die sich nicht signifikant verändert haben, zeigt sich weiter, dass die Trainingsmethoden eine hohe Akzeptanz haben. Die *Freude* aufs Training und der *Spaß* am Training werden mit 3,88 (ALT) und 4,13 (ISO) bzw. 4,21 (ALT) und 4,58 (ISO) hoch bewertet. Die *Monotonie* des Trainings reduziert sich bei der Gruppe ALT um 0,5 Punkte. Da der Wert bei der Gruppe ISO gleich bleibt, kann davon ausgegangen werden, dass die isolierte Trainingsmethode genauso monoton eingeschätzt wird wie das bisherige Training. Die Frage nach dem Unwohlsein nach dem Training (*Wohlbefinden*) wird bei beiden Gruppen unter 1,5 Punkte bewertet, was für ein angepasstes, nicht überforderndes Training spricht.

Nach 6 Wochen Erfahrung mit den verschiedenen Trainingsformen kann man Vorteile der alternierenden Methode feststellen. Nur bei drei Subskalen sind keine signifikanten Veränderungen eingetreten, wohingegen sich bei der Gruppe ISO nur zwei Subskalen signifikant verändert haben. Die Probanden schätzten die alternierende Trainingsmethode als weniger monoton, interessanter und effektiver, aber auch anstrengender als ihr bisheriges Training ein. Sie würden die Methode lieber weiterführen und auch weiterempfehlen. Die Dauer des Trainings sollte kürzer sein, wobei die Intensität geringer als die des bisherigen Trainings eingeschätzt wurde. Der Gruppe ALT machte das Training mehr Spaß. Die Kraftverbesserung stellt sich signifikant höher als bei der Gruppe ISO dar. Die Gruppe ISO schätzte das isolierte Training effektiver als ihr bisheriges Training ein. Sie würden diese Form des Trainings auch eher weiterempfehlen.

Unterschiede zum Zwischentest zeigen sich bei den Subskalen *Monotonie*, *Interesse*, *Weiterführung*, *Empfehlung* und *Effektivität*.

Diese Differenzen besagen, dass die Gruppe ALT nach 6 Wochen Training die alternierende Trainingsmethode signifikant weniger monoton empfand als die Gruppe ISO das isolierte Training. Auch fand die Gruppe ALT ihr Training signifikant interessanter und würde diese Form lieber weiterführen als die Gruppe ISO ihre Methode. Die Probanden der Gruppe ALT würden die alternierende Trainings-

form signifikant mehr weiterempfehlen und sprechen ihr eine höhere Effektivität zu.

Die Veränderungen im zweiten Teil der Trainingsphase weisen auf eine deutliche Abschwächung der Unterschiede und Veränderung hin. So verändert sich keine Subskala bei der Gruppe ALT zum Positiven. Der *Spaß* am Training reduziert sich signifikant ($t(32)=-2{,}36$; $p<0.05$). Jedoch würde kein Mitglied der Gruppe nach der anderen Methode trainieren wollen, was sich in der Gruppe ISO zum Ende hin signifikant änderte ($t(12)=2{,}70$; $p<0.05$), obwohl die Methode nur durch die Informationen der anderen Probanden und durch Beobachtungen während des Trainings bekannt war.

Die Abschwächung der Effekte im zweiten Teil des Trainings bzw. über eine gleichbleibende Trainingsmethode über 12 Wochen zeigt, wie wichtig es ist die Art des Trainings zu variieren, um eine möglichst hohe Akzeptanz und Motivation zu halten. Dies ist nicht nur für die eigenen Trainingserfolge der Trainierenden relevant, sondern hat auch Einfluss auf die wirtschaftliche Situation der Einrichtung, da die Abbrecherquoten abhängig vom Spaß am Training bzw. der Langeweile im Training sind, wie in Kapitel 1.1 bereits dargestellt ist.

Die fehlerhaften Fragebögen der Wechslergruppe sind nach der Auswertung aller Fragebögen aufgefallen. Die Gruppen ISO-ALT und ALT-ISO zeigten in mehreren Subskalen konträre und widersprüchliche Ergebnisse zu den beiden anderen Gruppen. Daraufhin wurden die einzelnen Fragebögen erneut gesichtet und es zeigte sich, dass die Probanden dieser Gruppen überproportional viele Itempaare unverständlich konträr beantwortet haben. Der Grund für diese falsche Beantwortung lässt sich nicht begründen und ist nicht interpretierbar. Alle Probanden wurden gleichermaßen vom Testleiter instruiert und hatten genügend Zeit den Akzeptanzfragebogen zu beantworten. Aufkommende Fragen und Unklarheiten wurden während des Ausfüllens vom Testleiter sofort beantwortet, soweit sie keine Beeinflussung der Probanden zur Folge hatten.

4.4 Trainingseffekte auf die physiologischen Parameter

4.4.1 Anthropometrie

Das Training bewirkt keine Veränderungen des Körpergewichts und des BMI. Verglichen mit der Gesamtbevölkerung Deutschlands (Männer: 26,4; Frauen: 24,3) befindet sich der BMI der Männer und der Frauen der Gesamtgruppe im Durchschnitt.[264]

[264] Vgl. Statistisches Bundesamt (Die Gesundheitsberichterstattung des Bundes), http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu

Der durchschnittliche Körperfettgehalt bezogen auf die Altersdekade (siehe Tabelle 23) liegt bei den Männern mit 19,73% im unteren Normbereich und bei den Frauen mit 31,70% am Übergang des Normbereichs zum erhöhten Bereich.

Tabelle 23: Prozentualer Anteil des empfohlenen Körperfettanteils, mod. nach MOLSBERGER/MÜLLER/REGO (2011), S. 37

Alter	Frauen			Männer		
[Jahre]	Niedrig	Günstig	Erhöht	Niedrig	Günstig	Erhöht
< 20	17-22	22-27	> 27	12-17	17-22	> 22
20 – 29	18-23	23-28	> 28	13-18	18-23	> 23
30 – 39	19-24	24-29	> 29	14-19	19-24	> 24
40 – 49	20-25	25-30	> 30	15-20	20-25	> 25
> 50	21-26	26-31	> 31	16-21	21-26	> 26

Die Veränderungen des Körperfettanteils durch die unterschiedlichen Trainingsmethoden führen bis auf die Frauen der Gruppe ALT-ISO zu einer Steigerung in eine bessere Bewertung. So können die Männer mit niedrigen bzw. guten Körperfettwerten klassifiziert und die Frauen in die Kategorie ‚günstig' eingeteilt werden.

Die Verringerung der Körperfettwerte durch ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining oder ein Zirkeltraining zeigen auch die Studien von Davis et al. (2008), Paoli et al. (2010), Chtara et al. (2008), Mosher et al. (1994) und Häkkinen et al. (2003) auf.

Durch die Tatsache, dass das Körpergewicht bei allen Gruppen nahezu identisch bleibt und sich die fettfreie Masse um 3,11% (ISO-ALT) bis 6,49% (ISO) erhöht, ist davon auszugehen, dass es zu einer Zunahme der Muskelmasse kommt, was auch Chtara et al. (2008)[265] und Häkkinen et al. (2003)[266] zeigen konnten. Somit bestätigt sich die Aussage vieler Probanden in den offenen Fragen des Akzeptanzfragebogens, dass sie eine Zunahme der Muskelmasse erkennen und dass eine deutliche Körperformung stattgefunden hat. Auch dem Testleiter ist diese Veränderung des optischen Erscheinungsbildes vieler Studienteilnehmer am Ende der Treamentphase bei den Abschlusstests aufgefallen. Den größten Muskelzuwachs hat die Gruppe ISO erreicht. Sie hat zwar absolut mit 3,21 kg den gleichen Zuwachs wie die Gruppe ALT erreicht, aber ausgehend von einer geringeren fettfreien Masse ist der prozentuale Anstieg gegenüber der Gruppe ALT (5,84%) mit 6,49% größer. Ähnlich signifikante Steigerungen der fettfreien Masse konnten auch Davis et al. (2008) erzielen. So erhöhte die Gruppe, die etwa nach der isolierten Methode trainierte, die FFM um 1,8% und die alternierende Gruppe um 3,3%.[267] Die gleichen Ergebnisse konnten auch McCarthy et al. (1995) bei einer isoliert trainierenden

/&p_aid=3&p_aid=55078023&nummer=434&p_sprache=D&p_indsp=5360540&p_aid=84369133, abgefragt am 14.02.2012

[265] Vgl. CHTARA/CHAOUACHI/LEVIN/U. A. (2008), S. 1039.

[266] Vgl. HÄKKINEN/ALEN/KRAEMER/U. A. (2003), S. 44.

[267] Vgl. DAVIS/WOOD/ANDREWS/U. A. (2008), S. 1494.

männlichen Probandengruppe erreichen. In dieser Untersuchung steigerten die durchschnittlich trainierten Probanden die fettfreie Masse um 3,5 kg und reduzierten signifikant den Körperfettanteil von 19,5 % auf 17,2 %.[268]

Die Körperformung lässt sich auch durch die Betrachtung der einzelnen Körperfettpunkte belegen. So resultiert überwiegend die Verringerung des Körperfetts aus den Abnahmen der Oberkörpermesspunkte. Alle Gruppen erreichten signifikante Verkleinerungen an den Arm- bzw. Brustmesspunkten. Bis auf die Gruppe ALT-ISO konnten auch an der Bauch- bzw. Beckenfalte signifikant geringere Werte abgenommen werden.

Die Verringerung der Oberschenkelfalte in der Gruppe ISO fällt zu den anderen Gruppen aus der Reihe, bei denen sich die Armfalte am stärksten vor der Bauch- bzw. Beckenfalte und der Oberschenkelfalte verändert. Die kontinuierliche Beinarbeit während des 40-minütigen Ausdauertrainings greift wohl stärker auf die Fettspeicher der Beine zu als dies bei der alternierenden Gruppe der Fall ist.

Der Wechsel der Trainingsmethode nach 6 Wochen hat auf die Reduktion des Körperfettanteils einen negativen Einfluss, da sich bei beiden Gruppen die Hautfaltenwerte und somit der Körperfettanteil in deutlich geringerem Umfang reduzieren als bei den Gruppen ALT und ISO. Da sich diese Gruppen jedoch in annähernd gleichem Umfang verändern, lässt sich keine Gruppe herausstellen, die den größten Nutzen für die Reduktion des Körperfettanteils nach sich zieht.

Die Reduktionen des Körperfettanteils liegen in den Bereichen, die auch Davis et al. (2008) durch ein alternierendes Training (5,7%) über 11 Wochen[269] oder Paoli et al. (2010) erreicht haben. Jedoch konnten in der zweitgenannten Studie die Probanden auch das Körpergewicht signifikant reduzieren.[270] Die signifikanten Veränderungen der Körperfettwerte der Frauen der Gruppe ALT und ISO übertreffen die Werte der Untersuchung von Mosher et al. (1994), bei der die Probandinnen den Körperfettanteil um 3,2% verringern konnten.[271]

Die Veränderungen der Körperkenndaten lassen sich durch verschiedene Effekte begründen. Zum einen liegt die Trainingsintensität mit 60% der VO_{2max} im optimalen Bereich der Belastung für die höchsten Fettstoffwechselraten. Jeukendrup (2005) weist hierfür einen mittleren Intensitätsbereich von 65% der VO_{2max} für Trainierte und 50% der VO_{2max} für Untrainierte aus.[272] Dass diese Intensitäten auch während des Krafttrainingsteils gehalten werden, konnten sowohl Gotshalk et al. (2004)[273] als auch Kuwan (2006)[274] für ein Kraft-Ausdauer-Zirkeltraining

[268] Vgl. MCCARTHY/AGRE/GRAF/U. A. (1995), S. 432.
[269] Vgl. DAVIS/WOOD/ANDREWS/U. A. (2008), S. 1498.
[270] Vgl. PAOLI/PACELLI/BARGOSSI/U. A. (2010), S. 47.
[271] Vgl. MOSHER/UNDERWOOD/FERGUSON/U. A. (1994), S. 146.
[272] Vgl. JEUKENDRUP (2005), S. 337.
[273] Vgl. GOTSHALK/BERGER/KRAEMER (2004), S. 763.

bzw. für die alternierende Trainingsform zeigen. Zum anderen steigt die fettfreie Masse in allen Gruppen an, was zu einem Anstieg des Grundumsatzes führt. Dies kann ebenfalls zur Erklärung des gesunkenen Körperfettanteils herangezogen werden, da sich die Stoffwechselsituation nach dem Training erhöht.[275] Einen hohen Energieumsatz während des Trainings nach den beiden Trainingsformen haben Kuwan (2006), Pusch und Ulfig (2008) sowie Klinkner und Lehr (2010) bestätigen können. So liegt der Kalorienverbrauch pro Stunde bei über 550 kcal.[276]

Ein regelmäßig durchgeführtes Training hat zur Folge, dass sich die muskuläre Ausstattung mit Enzymen zur Fettoxidation verbessert. Laut Jeukendrup (2005) führt bereits ein vierwöchiges regelmäßiges Training (3 TE/Woche über 30-60 min) mit Belastungsintensitäten von 50-65% der VO_{2max} zu einer verbesserten Fettoxidation und enzymatischen Veränderung.[277]

4.4.2 Kardiopulmonales System

Bei den Parametern der Ausdauerleistungsfähigkeit zeichnet sich kein Vorteil für eine der beiden Trainingsmethoden ab. Sowohl bei der maximalen Sauerstoffaufnahme als auch bei den Werten der Leistung und den Parametern an der ventilatorischen anaeroben Schwelle kann kein eindeutiges Ergebnis für eine Methode erzielt werden.

Tendenziell scheint die isolierte Trainingsform effektiver zur Steigerung der VO_{2max} zu sein als die alternierende. Die Verbesserungen der VO_{2max} belaufen sich auf bis zu maximal 8,8%. In den beiden Gruppen ALT und ISO können nur die weiblichen Probanden der Gruppe ISO (8,1%) die VO_{2max} signifikant steigern. Bei den Wechslern erzielt die Gruppe ISO-ALT eine signifikant bessere Steigerung, wohingegen hier nur die Männer der Gruppe (Anstieg um 8,8%) profitieren. Betrachtet man die gewichtsbezogene maximale Sauerstoffaufnahme, so erzielen die Frauen der Gruppen ALT und ISO von ihrem jeweiligen Training einen Benefit. Sie erreichen signifikante Steigerungen von 3,9% bzw. 8,2%. Bei den Männern erreicht die Gruppe ISO-ALT wie bei der absoluten VO_{2max} einen signifikanten Anstieg von 9,2%. Diese geringen Steigerungen der VO_{2max} finden sich auch in den Untersuchungen unter anderem von Glowaki et al. (2004) und Dausein et al. (2007).

Bei Dausein et al. (2007) konnte eine Verbesserung der VO_{2max} nur durch ein intensives Intervalltraining mit Steigerungen von 49% bis 90% P_{max} über 4 Minuten erreicht werden. Die Gruppe, die kontinuierlich mit 61% der P_{max}, analog zu dieser Untersuchung, trainierte, konnte die maximale VO_2 nicht signifikant steigern.[278]

274 Vgl. KUWAN (2006), S. 52f.
275 Vgl. DOLEZAL/POTTEIGER (1998), S. 698f.
276 Vgl. KUWAN (2006), S. 46-50, PUSCH/ULFIG (2008), S. 154f. und KLINKNER/LEHR (2010), S. 145-149.
277 Vgl. JEUKENDRUP (2005), S. 338.
278 Vgl. DAUSSIN/PONSOT/DUFOUR/U. A. (2007), S. 379f.

Zwar zeigen einige Studien signifikante Steigerungen der VO_{2max}, doch sind hier die verwendeten Intensitäten (75-85% der maximalen Herzfrequenz) deutlich höher und/oder die Trainingsdauer mit 3 bis 6 Monaten länger.[279] In der Untersuchung von Glowaki et al. (2004) konnte die kombiniert trainierende Gruppe keine signifikanten Steigerungen der VO_{2peak} und der relativen VO_{2peak} erzielen.[280] Bei Chtara et al. (2005) erreichten Probanden, die über 12 Wochen ein kombiniertes Kraft- und Lauftraining absolvierten, Steigerungen bis zu 14%. Jedoch waren hier die Intensitäten bei dem Training nach der Intervallmethode deutlich höher, nämlich bis zu 100% der maximalen Sprintgeschwindigkeit über 20 Meter.[281]

Die größten Steigerungen bei der maximalen Leistung im Ausdauertest erreichte die Gruppe ALT, sowohl relativ als auch absolut (8,5% bzw. 8,0% gegenüber ISO: 6,4% bzw. 6,1%), wobei sich beide Gruppen signifikant verbesserten. Bei den Wechslern konnte nur die Gruppe ISO-ALT die Leistung signifikant um 5,9% bzw. 6,0% steigern. Ähnliche signifikante Steigerungen in einem Fahrradergometertest konnten Holviala et al. (2010) bei männlichen Probanden belegen, die ein kombiniertes Kraft- und Ausdauertraining über 21 Wochen durchführten.[282]

Die Trainingsintensität von 60% der VO_{2max} befindet sich nach Zintl und Eisenhut (2004) im Übergang vom Gesundheitsminimal- zum Gesundheitsoptimalprogramm[283] und ist dem Grundlagenbereich[284] zuzuordnen. Somit sind die geringen Veränderungen der VO_{2max} und die Steigerungen an der ventilatorischen anaeroben Schwelle zu erklären, da diese Intensitäten hauptsächlich einen Einfluss auf die Stoffwechselsituation und Art der Energiebereitstellung haben. Zu einem deutlicheren Anstieg der Sauerstoffaufnahme sind intensivere Belastungen und andere Methoden notwendig, wie auch die dargestellten Untersuchungen anderer Autoren belegen. Für den Gesundheits- und Fitnessbereich sind „zyklische Bewegungsformen geeignet, soweit sie mehr als 1/6 der Skelettmuskulatur beanspruchen und über längere Zeit“[285] durchgeführt werden. Durch die Kombination mit dem Kraftzirkeltraining betrug die Trainingszeit etwa 70 – 80 Minuten, in der die Herz-Kreislauf-Beanspruchung auf dem angestrebten Niveau bei beiden Trainingsmethoden blieb.

4.4.3 Muskuläres Funktionssystem

Die Gesamtkraftzuwächse des 1-RM lagen im Bereich von 22,85% (Gruppe ALT-ISO) bis 28,13% (Gruppe ALT) und somit deutlich über denen anderer Autoren,

[279] Vgl. ebd., S. 381.
[280] Vgl. GLOWACKI/MARTIN/MAURER/U. A. (2004), S. 2122.
[281] Vgl. CHTARA/CHAMARI/CHAOUACHI/U. A. (2005), S. 557-559.
[282] Vgl. HOLVIALA/HÄKKINEN/KARAVIRTA/U. A. (2010), S. 1591.
[283] Vgl. ZINTL/EISENHUT (2004), S. 136f. und 141f.
[284] Vgl. ebd., S. 111f.
[285] Ebd., S. 143.

deren Gruppen ein Kraftzirkeltraining durchführten. So konnten die untersuchten weiblichen Probanden bei Davis et al. (2008) ihre Kraftfähigkeit der Oberkörpermuskulatur um 19,0% (isoliertes Training) bzw. 17,8% (alternierendes Training) in elf Wochen steigern.[286]

In den Einzelübungen steigerten die Gruppen die Kraft bis zu 31,8% (Gruppe ALT, unterer Rücken). Sie stieg bei der Gruppe ALT in allen Übungen am größten an, bei der Gruppe ALT-ISO am geringsten. Bei Paoli et al. (2010) lagen die Verbesserungen beim Bankdrücken in der alternierenden Gruppe von Männern nur bei 7,2 kg.[287] Demgegenüber steht die Steigerung der Gruppe ALT von 20,92 kg. Frauen erreichten bei Mosher et al. (1994) im Bankdrücken und der Übung Latzug Steigerungen von 21% bzw. 14%. Annähernd gleiche Kraftzuwächse konnten Balabinis et al. (2003) in kombinierter bzw. isolierter Trainingsform bei jungen Basketballern erzielen. Die Sportler erreichten bei der Übung Latzug eine Steigerung von 22,4%. Die Gruppe ISO verbesserte in dieser Übung die Kraft um 22,0%. Wescott et al. (2007) konnten bei einem Circuit-Training an Geräten mit nahezu gleichen Intensitäten wie in dieser Untersuchung Steigerungen um durchschnittlich 21,5% erzielen.[288]

Die Unterschiede zwischen der Gruppe ALT und ISO lassen sich auf eine sehr hohe oder auch zu hohe Stoffwechselbelastung zurückführen. Die hohe Anzahl an Übungen ohne Unterbrechung bei der Gruppe ISO führen zu einer deutlich höheren Stoffwechselbelastung als bei der Gruppe ALT. In der Literatur ist beschrieben, „dass vor allem bei Armzug- und Armdrückübungen […] überdurchschnittlich hohe Laktatwerte“[289] in einem Kraftausdauertraining in Form eines Kreistrainings auftreten. In einer anderen Untersuchung[290] konnte gezeigt werden, dass, wenn die Belastung durch „Variation der Serienpausen“[291] gesteuert wird, „das Laktat nicht über 6 mmol/l anstieg“[292]. Das Ausdauertraining während des Zirkels bei der Gruppe ALT kann zwar nicht als Serienpause gewertet werden, jedoch „zeigen sich die positiven Auswirkungen der während des Ausdauerintervalls zumindest in reduziertem Umfang ablaufenden Elimination des Krafttrainingslaktats bei der alternierenden Gruppe“[293]. Klinkner und Lehr (2010) konnten auch zeigen, dass im Laufe des Krafttrainings bei der isolierten Gruppe signifikant höhere Laktatwerte gemessen wurden als bei der alternierenden Gruppe.[294]

---

286 Vgl. DAVIS/WOOD/ANDREWS/U. A. (2008), S. 1498.
287 Vgl. PAOLI/PACELLI/BARGOSSI/U. A. (2010), S. 47.
288 Vgl. WESTCOTT/ANNESI/SKAGGS/U. A. (2007), S. 634.
289 HARRE (2008c), S. 363.
290 Vgl. BAYER/MAHLO (1992), S. 41-44, zit. nach HARRE (2008c), S. 363.
291 HARRE (2008c), S. 363.
292 Ebd., S. 363.
293 KLINKNER/LEHR (2010), S. 194.
294 Vgl. KLINKNER/LEHR (2010), S. 151-153.

Bei der Betrachtung der Kraftentwicklung über den gesamten Trainingszeitraum kann man feststellen, dass bis zum Zwischentest in allen Gruppen sehr hohe Zuwächse zu verzeichnen sind, die sich im zweiten Teil in allen Gruppen abschwächen. Dies ist ein Kennzeichen für die oft festgestellte Entwicklung des Kraftanstiegs durch Krafttraining. Zu Beginn kommt es zur Verbesserung der inter- und intramuskulären Koordination, die schnelle Kraftzuwächse bei unveränderter Masse zulässt.[295] Erst in der Folge und Anpassung der Trainingsintensitäten kommt es zu einem Massezuwachs. Die Ziele und Effekte der in Tabelle 1 dargestellten Krafttrainingsmethoden wurden realisiert. So konnten eine Körperformung, eine Massezunahme und eine Verbesserung der Muskelqualität erreicht werden.[296] Unter diese komplexe Kraftentwicklung fallen auch die für ein Gesundheitstraining wichtigen Punkte, wie Verbesserung des aerob-anaeroben Stoffwechsels, Fettreduzierung und Erhöhung der Kapillarisierung in der Muskulatur.[297]

Die Ergebnisse der physiologischen Parameter stehen im Einklang mit den Ergebnissen, die Gettman und Pollock bereits 1981 darstellen konnten:

> *„The use of circuit training that employs lighter weights and a greater number of repetitions has been shown to elicit changes of 5 to 10% in VO_{2max} and strength improvements ranging from 8 to 30%."*[298]

4.5 Wechsel der Trainingsmethode

Der Wechsel der Trainingsmethode hatte in beiden Gruppen eine tendenziell höhere Motivation zur Folge, gemessen an der absolvierten Anzahl der Trainingseinheiten. Die Fragebögen zur Akzeptanz, die dies untermauern sollten, konnten aus bereits dargestellten Gründen nicht verwertet werden.

Bei den Parametern der Anthropometrie erreichten beide Wechslergruppen geringere Veränderung bei dem Parameter Körperfett. Die Frage nach den Ursachen für dieses Phänomen konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden und ist in weiteren Untersuchungen zu beleuchten.

Ebenso ist es notwendig, die inkonsistenten Veränderungen bei den Gruppen ALT-ISO und ISO-ALT bei den kardiopulmonalen Parametern weiter zu untersuchen. In der Literatur sind keine diesbezüglichen Ergebnisse bekannt, was die zum einen nicht signifikanten und zum anderen hoch signifikanten Veränderungen der VO_{2max} und der maximalen Leistung, bedingt durch die unterschiedliche Abfolge der Methoden, bestätigen können.

[295] Vgl. EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 29.
[296] Vgl. BOECKH-BEHRENS/BUSKIES (2002), S. 44.
[297] Vgl. EHLENZ/GROSSER/ZIMMERMANN (2003), S. 109-111.
[298] MOSHER/UNDERWOOD/FERGUSON/U. A. (1994), S. 147.

Für die Entwicklung der Kraftfähigkeit hat der Wechsel der Trainingsmethode keine Auswirkungen. Hier konnten alle vier Gruppen ähnlich hohe Verbesserungen der Gesamtkraft und der Kraftfähigkeit bei den einzelnen Trainingsübungen erzielen.

4.6 Schlussfolgerung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich darstellen, dass jede der beiden Methoden geeignet ist, die im Fitness- und Gesundheitsbereich geforderten Ziele und Effekte zu erreichen. Für den Trainer und den Trainierenden ist es wichtig zu sehen, dass verschiedene Trainingsarten die gleichen Effekte erzielen können. Je nach persönlichen Erfahrungen und Vorlieben kann man sich für eine Methode entscheiden. Die geringen Vor- und Nachteile der einen oder anderen Trainingsform lassen die Wahl. Zu beachten ist jedoch, dass bei einer langandauernden gleichbleibenden Beanspruchung die Effekte zurückgehen. Für weitere Steigerungen ist es notwendig, die Belastungen, die Form der Übungen und die Methoden zu variieren. Neben den physischen Effekten hat diese Variation auch Einfluss auf die Motivation und Bindung an das Training bzw. die Einrichtung.

Unbeantwortet bleibt die Überprüfung der Akzeptanz bei Probanden, die beide Methoden in der Durchführung kennengelernt haben. Hier ist es notwendig weitere Untersuchungen anzusetzen, um dieses Defizit zu beheben. Ein weiterer Punkt, den es noch genauer zu eruieren gilt, ist die starke Abnahme der Oberschenkelhautfalte der Gruppe ISO, die aus dem Muster der Entwicklung der anderen Gruppen fällt, und die geringere Reduktion des Körperfettgehalts bei den Wechslergruppen.

Es ist durchaus denkbar, die untersuchten Trainingsformen in speziellen Bereichen des Sports einzusetzen. So können Sportler in Disziplinen, die weder dominant im Bereich der Ausdauer noch der Kraft sind, von der gleichzeitigen Entwicklung der Ausdauerleistungs- und Kraftfähigkeit in einer einzigen Trainingseinheit profitieren. Somit bleibt mehr Zeit für das disziplinspezifische Training. Als Beispiel kann hier die Sportart Golf genannt werden, bei der es neben einer guten Grundlagenausdauer wichtig ist, ein stabiles Muskelkorsett zu besitzen, um den Belastungen einer langen Platzrunde und den Beanspruchungen auf den muskuloskeletalen Bereich standzuhalten. Ebenso kann eine Anwendung der Trainingsformen, vor allem der alternierenden Methode, im Bereich der Sporttherapie als sinnvoll erachtet werden. Für viele orthopädische Patienten ist diese Art des Trainings von Vorteil, um zum einen die nicht betroffenen Bereiche des Körpers zu kräftigen und den Stoffwechsel durch die kurzen Ausdauersequenzen anzuregen und die Ausdauerleistungsfähigkeit zu steigern. Zum anderen ist die Gefahr einer Überbelastung durch die gleiche Position bei langen Ausdauereinheiten durch die Unterbrechungen minimiert. Dass dies bereits Einzug in die Therapie genommen

hat, zeigt z. B. der Trend des Einsatzes von Gerätezirkeln für Rückenpatienten. Auch in der internistischen Rehabilitation kann die alternierende Trainingsmethode für viele Patienten eine Möglichkeit sein, ihre allgemeine Kondition zu stärken. So ist es für Patienten nach schweren Operationen wie z. B. Organtransplantationen oder langwierigen Erkrankungen nicht möglich, längere Ausdauereinheiten aufgrund ihrer minimalen Leistungsfähigkeit zu absolvieren. Eine gesteigerte Leistungsfähigkeit ist aber essenziell, um deren Alltag wieder bewerkstelligen zu können. Dass dies bei den betroffenen Patienten bereits umgesetzt wird, zeigen die in 1.6 genannten Studien an Koronarpatienten.

Dass es für die oben genannten Bereiche notwendig ist, die Belastungen zu variieren, versteht sich selbstredend. Diese Modifikation der Intensitäten und Umfänge des Trainings gilt es in weiteren Untersuchungen an entsprechendem Probandengut zu überprüfen, um für die Patienten bzw. Sportler die optimalen Trainingsvorgaben herauszufiltern. Dies ist auch im hier behandelten Bereich des Fitness- und Gesundheitssports sinnvoll, da die in dieser Arbeit eingesetzten Belastungsnormativa nicht als fix angesehen werden dürfen, aber für die Vergleichbarkeit unabdingbar waren. Auch eine Erweiterung des Zirkels durch Kraftübungen der unteren Extremitäten ist denkbar und wünschenswert. Eine Überprüfung der eventuell auftretenden Wechselwirkungen in Form der bis dato noch nicht untersuchten Methode des alternierenden Trainings gilt es weiter zu untersuchen. Auch erscheint es sinnvoll, die dargestellten Methoden gegenüber klassischen Krafttrainingsmethoden bezogen auf die Effekte und den zeitlichen Aufwand zum Erzielen der gleichen Effekte zu beleuchten.

5 Zusammenfassung

Ausgehend von den Fragen nach der Akzeptanz und den Effekten von Trainingsmethoden im gesundheitsorientierten Fitnesstraining an Geräten und den Wünschen und Veränderungen im Trainingsverhalten von Fitnesssportlern ergab sich in der Trainingspraxis das Bedürfnis nach der Evaluation von neuartigen Trainingsmethoden, die die genannten Punkte berücksichtigen.

Hieraus wurden die Trainingsformen des alternierenden und isolierten Trainings entwickelt. Diese Trainingsmethoden galt es in der vorliegenden Arbeit hinsichtlich ihrer Effekte auf die Anthropometrie, die Ausdauerleistungsfähigkeit, die Kraftfähigkeit und die Akzeptanz mittels einer experimentellen, sportmedizinisch-trainingswissenschaftlichen Untersuchung zu überprüfen.

Dazu wurden in einer Fitnesseinrichtung 101 regelmäßig trainierende Fitnesssportler (41 Männer, 60 Frauen) mit einem Altersdurchschnitt von 40,62 Jahren (20 – 56 Jahre) rekrutiert, welche die zu untersuchenden Trainingsmethoden über einen Zeitraum von 12 Wochen absolvierten. Die Trainingsphase begann nach einem standardisierten Testverfahren zur Bestimmung der anthropometrischen Kenngrößen, der Ausdauerleistungsfähigkeit mittels Spiroergometrie und der Kraftfähigkeit mittels des Ein-Wiederholungsmaximums (1-RM) und der Akzeptanz durch einen Fragebogen. Die Tests wurden nach sechs Wochen Training und am Ende der Trainingsphase wiederholt. Die Probanden wurden aufgrund ihres Alters und der relativen maximalen Sauerstoffaufnahme (rel. VO_{2max}) randomisiert vier Trainingsgruppen zugeteilt, die entweder nach einer Trainingsform über den gesamten Zeitraum trainierten (Gruppe ALT und Gruppe ISO) oder nach dem Zwischentest die Methode wechselten (Gruppe ALT-ISO und Gruppe ISO-ALT).

Bei der alternierenden Trainingsmethode wurde in einen Kraftzirkel, bestehend aus fünf Trainingsübungen für den Rumpf und die oberen Extremitäten, ein achtminütiges Ausdauertraining integriert. Bei der isolierten Trainingsmethode wurde das Ausdauertraining am Stück vor dem Krafttraining absolviert. Die Belastungsnormativa in beiden Gruppen waren gleich. So trainierten alle Probanden bei einer Intensität von 60% der VO_{2max} und bei 60% des 1-RM. Die Umfänge waren ebenfalls identisch. Beide Gruppen durchliefen 5 Kraftzirkelrunden bei 15 Wiederholungen. So summierte sich in der alternierenden Gruppe das Ausdauertraining auf 40 Minuten; den gleichen Umfang hatte die isolierte Gruppe.

Die Ergebnisse auf die einzelnen Fragestellungen stellen sich wie folgt dar:

Ein Training nach der alternierenden oder isolierten Trainingsmethode bewirkt bei keiner Gruppe eine signifikante Veränderung des Körpergewichts und des Body-Mass-Index. Als einzige Parameter der anthropometrischen Daten verbessern

sich der Summenwert der Hautfalten zur Bestimmung des Körperfettanteils und der Körperfettgehalt in allen Gruppen signifikant im zeitlichen Verlauf. Ein Unterschied zwischen den Gruppen besteht nicht. Die beiden Gruppen, die die Trainingsmethode wechseln, erreichen tendenziell niedrigere Veränderungen beim Körperfettgehalt.

Bei den Parametern des kardiopulmonalen Systems zeigen alle Parameter signifikante Veränderungen im zeitlichen Verlauf. Ein Unterschied zwischen den Gruppen ist nicht gegeben. In der Betrachtung einzelner Parameter zeigt sich bei der relativen und absoluten VO_{2max} für die Gruppe ISO ein tendenzieller Vorteil. Jedoch profitiert bei der maximalen Leistung und der Leistung an der ventilatorischen anaeroben Schwelle die Gruppe ALT tendenziell mehr von ihrem Training. Die Wechslergruppen zeigen inkonsistente Ergebnisse.

Die Veränderungen an den Kraftgeräten zeigen ein sich wiederholendes Bild bei allen Übungen. Es kommt bei allen Gruppen zu signifikanten Veränderungen der Kenngrößen des muskulären Funktionssystems. Die Zuwächse unterscheiden sich nicht zwischen den Gruppen. Die größten Zugewinne der Gesamtkraft erzielt die Gruppe ALT. Bei den Einzelübungen hat die Gruppe ISO-ALT bis auf die Übung Latzug die größten Steigerungen. Prozentual erreicht die Gruppe ALT die größten Verbesserungen in den Einzelübungen. Ein Unterschied zwischen den Nichtwechslern und Wechslern besteht nicht.

Zur Überprüfung der Akzeptanz der Trainingsmethoden konnten nur die Fragebögen der Gruppen ALT und ISO berücksichtigt werden. Es verändern sich bei beiden Gruppen die Subskalen Anstrengung, Interesse, Weiterführung, Intensität, Empfehlung und Effektivität. Zwischen beiden Gruppen kann ein Unterschied bei den Subskalen Kraftverbesserung und Intensität festgestellt werden. Bei der Betrachtung nach 6 Wochen zeigt die alternierende Trainingsform Vorteile gegenüber der isolierten, da sich bei der Gruppe ALT 10 von 13 Subskalen und bei der Gruppe ISO nur zwei Subskalen signifikant verändern. Zum Zwischentest unterscheiden sich die beiden Gruppen bei den Subskalen Monotonie, Interesse, Weiterführung, Empfehlung und Effektivität. In der zweiten Trainingshälfte schwächen sich die Unterschiede zwischen den Gruppen ab.

Zusammenfassend lässt sich darstellen, dass jede der beiden Methoden geeignet ist die im Fitness- und Gesundheitssport geforderten Ziele und Effekte zu erreichen. Die ausreichend hohe Akzeptanz der Methoden lässt den Schluss zu, dass die Trainingsformen in Fitnesseinrichtungen eingesetzt werden können, um neue Impulse im Training zu setzen, die Trainingsmonotonie aufzubrechen und eine Bindung an die Einrichtung zu erreichen.

6 Literaturverzeichnis

Bayer, G.; Mahlo, F. (1992). Zur methodischen Gestaltung des Krafttrainings im Rudersport. *Leistungssport*, 22 (5), 41-44.

Beaver, W. L.; Wassermann, K.; Whipp, B. J. (1986). A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol*, 60 (6), 2020-2027.

Bell, G. J.; Syrotuik, D.; Marin, T. P.; Burnham, R.; Quinney, H. A. (2000). Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur J Appl Physiol*, 81, 418-427.

Boeckh-Behrens, W.-U.; Buskies W. (2002). Fitness-Krafttraining - Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit. Reinbek. Rowohlt Taschenbuch.

Boeckh-Behrens, W.-U.; Buskies W. (2006). Kraftfähigkeit. In Bös, K.; Brehm, W. (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport – Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport*. 255-264. Schorndorf. Hofmann.

Bortz, J.; Döring, N. (2002). Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg u.a.. Springer.

Bortz, J. (2005). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Heidelberg. Springer.

Bös, K.; Banzer, W. (2006). Ausdauerfähigkeit. In Bös, K.; Brehm, W. (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport – Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport*. 239-254. Schorndorf. Hofmann.

Boutellier, U.; Ulmer, H.-V. (2005). Sport- und Arbeitsphysiologie. In Schmidt, R. F.; Lang, F.; Thews, G. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*. 910-932. Heidelberg. Springer.

Brehm, W. (2006). Stimmung und Stimmungsmanagement. In Bös, K.; Brehm, W. (Hrsg.), *Handbuch Gesundheitssport – Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport*. 321-333. Schorndorf. Hofmann.

Brehm, W.; Eberhardt, J. (1995). Drop-out und Bindung im Fitneß-Studio. *Sportwissenschaft*, 174-186.

Brosius, F. (2008). SPSS 16. Das mitp-Standardwerk, Heidelberg. mitp

Brzycki, M. (1993). Strength Testing - Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. *JOPERD*, 64, 88-90.

Bühl, A. (2006). SPSS 14. Einführung in die moderne Datenanalyse. München, Boston, u.a.. Pearson Studium.

Buskies, W.; Boeckh-Behrens, W.-U. (2009). Fitness-Gesundheits-Training. Die besten Übungen und Programme für das ganze Leben, Reinbek. Rowohlt Taschenbuch.

Cabri, J. (2001). Testverfahren am Bewegungsapparat. In van den Berg, F. (Hrsg.), *Angewandte Physiologie: 3 Therapie, Training, Tests*. 196-238. Stuttgart. Thieme.

CardinalHealth Germany (2008). Gebrauchsanweisung Oxycon Mobile. Höchberg. Eigendruck.

Christodoulos, A. D.; Volaklis, K. A.; Tokmakidis, S. P. (2003). Neue Aspekte des Krafttrainings in der kardialen Rehabilitation. *J Kardiol*, 10 (5), 207-213.

Chtara, M.; Chamari, K.; Chaouachi, M.; Chaouachi, A.; Koubaa, D.; Feki, Y.; Millet, G.P.; Amri, M. (2005). Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med*, 39, 555-560.

Chtara, M.; Chaouachi, A.; Levin, G. T.; Chaouachi, M.; Chamari, K.; Amri, M.; Laurens, P. B. (2008). Effects of Concurrent Endurance and Circuit Resistance Training Sequence on Muscular Strength and Power Development. *J Strength Cond Res*, 22 (4), 1037-1045.

Daussin, F. N.; Ponsot, E.; Dufour, S. P.; Lonsdorfer-Wolf, E.; Doutreleau, S.; Geny, B.; Piquard, F.; Ruddy, R. (2007). Improvement of VO2max, by cardiac output and oxygen extraction adaption during intermittent versus continuous endurance training. *Eur J Appl Physiol*, 101, 377-383.

Davis, W. J.; Wood, D. T.; Andrews, R. G.; Elkind, L. M.; Davis, W. B. (2008). Concurrent Training Enhances Athletes` Strength, Muscle Endurance, and Other Measures. *J Strength Cond Res*, 22 (5), 1487-1502.

de Marées, H. (2003). Sportphysiologie. Köln. Sportverlag Strauss.

Delavier, F. (2006). Strength training anatomy. Champaign, IL. Human Kinetics.

Deloitte (2005). Der deutsche Fitness & Wellness Markt. *Newsletter 2. Quartal 2005*, 1-12. Düsseldorf. Eigendruck.

Dolezal, B. A.; Potteiger, J. A. (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol*, 85, 695-700.

DSSV Arbeitgeberverband deutscher Fitness- und Gesundheits-Anlagen (2010). Eckdaten 2009 der deutschen Fitness-Wirtschaft. Hamburg. Eigendruck

Ehlenz, H.; Grosser, M.; Zimmermann, E. (2003). Krafttraining - Grundlagen, Methoden, Übungen, Leistungssteuerung, Trainingsprogramme. München u. a.. BLV.

Engelhardt, M.; Neumann, G. (1994). Sportmedizin. Grundlage für alle Sportarten. München u. a.. BLV.

Epley, B. (1985). Poundage Chart. *Boyd Epley Workout*, NE. Lincoln

Ergoline (2006). Gebrauchsanweisung für System ergoselect 100 / 200. Bitz. Eigendruck

F.A.Z. Institut; Techniker Krankenkasse (2007). Aktuelle Befragung: Verhalten, Motive, Einstellungen. *Kundenkompass - Bewegung und Gesundheit*. Frankfurt/M.. Eigendruck.

Folgelholm, G. M.; Kukkonen-Harjula, T. K.; Sievänen, H. T.; Oja, P.; Vouri, I. M. (1996). Body composition assessment in lean and normal-weight young women. *British Journal of Nutrition*, 75, 739-802.

Fröhlich, M.; Schmidtbleicher, D.; Emrich, E. (2005). The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance. In Gießing, J.; Fröhlich, M.; Preuss, P. (Hrsg.), *Current Results of Strength Training Research*, 35-44. Göttingen. Cuvilier.

Gettman, L. R.; Ayres, J. J.; Pollock, M. J.; Jackson, A. (1978). The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. *Medicine and Science in Sports*, 10 (3), 171-176.

Gießing, J. (2003). Trainingsplanung und -steuerung beim Muskelaufbautraining. *Leistungssport*, 33 (4), 26-31.

Gießing, J. (2005). The concept of the hypothetical maximum (h1-RM) as a safe alternative to maximum single repititions. In Gießing, J.; Fröhlich, M.; Preuss, P. (Hrsg.), *Current Results of Strength Training Research*, 24-34. Göttingen. Cuvilier.

Glowacki, S. P.; Martin, S. E.; Maurer, A.; Baek, W.; Green, J. S.; Crouse, S.F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med Sci Sports Exerc*, 36 (12), 2119-2127.

Gomer, M. (1995). Die Veränderung psychischer Zustände, Stimmungen und Dispositionen durch sportliche Aktivität. Eine einjährige Längsschnittstudie unter besonderer Berücksichtigung der Sportform Freizeitbodybuilding.

In Daugs, R.; Fikus, M.; Gebauer, G.; Hackfort, D. (Hrsg.), *Beiträge zur Sportwissenschaft; Bd. 25*. Frankfurt/M.. Harri Deutsch.

Gotshalk, L. A.; Berger, R. A.; Kraemer, W. J. (2004). Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. *J Strength Cond Res*, 18 (4), 760-764.

Gravelle, B. L.; Blessing, D. L. (2000). Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J Strength Cond Res*, 14 (1), 5-13.

Grosser, M.; Starischka, S.; Zimmermann, E.; Zintl, F. (1993). Konditionstraining - Theorie und Praxis aller Sportarten. München u. a.. BLV.

Güllich, A.; Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihre Trainingsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (7+8), 223-234.

Hackfort, D.; Schlattmann, A. (1995). Die Stimmungs- und Befindlichkeitsskalen (SBS). *Arbeitsinformationen Sportwissenschaft Nr. 7*. Neubiberg. Eigendruck.

Häkkinen, K.; Alen, M.; Kraemer, W. J.; Gorostiaga, E.; Izquierdo, M.; Rusko, H.; Mikkola, J.; Häkkinen, A.; Valkeinen, H.; Kaarakainen, E.; Romu, S.; Erola, V.; Ahtiainen, J.; Paavolainen, L. (2003). Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur J Appl Physiol*, 89 (1), 42-52.

Harber, M. P.; Fry, A. C.; Rubin, M. R.; Smith, J. C.; Weiss, L. W. (2004). Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 14 (3), 176-185.

Harre, D. (2008a). Kondition, Begriff - allgemeine Charakteristik. In Schnabel, G.; Harre, D.; Krug, J. (Hrsg.), *Trainingslehre - Trainingswissenschaft*, 155-158. Aachen. Meyer und Meyer.

Harre, D. (2008b). Kraftfähigkeiten. In Schnabel, G.; Harre, D.; Krug, J. (Hrsg.), *Trainingslehre - Trainingswissenschaft*, 158-168. Aachen. Meyer und Meyer.

Harre, D. (2008c). Training der Ausdauer. In Schnabel, G.; Harre, D.; Krug, J. (Hrsg.), *Trainingslehre - Trainingswissenschaft*, 347-366. Aachen. Meyer und Meyer.

Harre, D. (2008d). Ausdauerfähigkeiten. In Schnabel, G.; Harre, D.; Krug, J. (Hrsg.), *Trainingslehre - Trainingswissenschaft*, 178-193. Aachen. Meyer und Meyer.

Heck, H.; Schulz, H. (2002). Methoden der anaeroben Leistungsdiagnostik. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (7+8), 202-212.

Hendrickson, N. R.; Sharp, M. A.; Alemany, J. A.; Walker, L. A.; Harman, E. A.; Spiering, B. A. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *Eur J Appl Physiol*, 109 (6), 1197-1208.

Henriksson, J. (1993). Zellulärer Stoffwechsel und Ausdauer. In Shephard, R. J.; Astrand, P.-O. (Hrsg.), *Ausdauer im Sport*, 59-72. Köln. Deutscher Ärzte Verlag.

Herm, K.-P. (2003). Methoden der Körperfettbestimmung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (3), 153-154.

Hickson, R. C. (1980). Interference of Strength Development by Simultaneously Training for Strength and Endurance. *Eur J Appl Physiol*, 45, 255-263.

Hidding, J. (2004). Vergleich zweier Fitnessmärkte anhand aktueller Studien. *Fitness Tribune*, 92, 44-47.

Hohmann, A.; Lames, M.; Letzelter, M. (2007). Einführung in die Trainingswissenschaft. Wiebelsheim. Limpert.

Hollmann, W.; Hettinger, T. (2000). Sportmedizin - Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Stuttgart, New York. Schattauer.

Hollmann, W.; Strüder, H. K.; Predel, H. G.; Tagarakis, C. V. M. (2006). Spiroergometrie - Kardiopulmonale Leistungsdiagnostik des Gesunden und Kranken. Stuttgart. Schattauer.

Holviala, J.; Häkkinen, A.; Karavirta, L.; Nyman, K.; Izquierdo, M.; Gorostiaga, E. M.; Avela, J. (2010). Effects of Combined Strength and Endurance Training on Treadmill Load Carrying Walking Performance in Aging Men. *J Strength Cond Res*, 24 (6), 1584-1595.

Hoogestraat, R. (2008). Zirkel ziehen ihre Kreise. *trainer*, 47-49.

Hortobágyi, T.; Katch, F. I.; Lachance, P. F. (1991). Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *The Journal of Sports Medicine And Physical Fitness*, 31 (1), 20-30.

HypoVereinsbank (2002). Sport und Fitness. *Märkte & Chancen - Ein Branchenreport der HypoVereinsbank*, 17-19. München. Eigendruck.

Izquierdo, M.; Häkkinen, K.; Ibanez, J.; Kraemer, W. J.; Gorostiaga, E. M. (2005). Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength,

power, muscle cross-sectional area, and endurance marker in middle-aged men. *Eur J Appl Physiol*, 94 (1-2), 70-75.

Jackson, A. S.; Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40, 497-504.

Jackson, A. S.; Pollock, M. L.; Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc*, 12 (3), 175-182.

Jackson, A. S.; Ellis, K. J.; McFarlin, B. K.; Sailors, M. H.; Bray, M. S. (2009). Cross-validation of generalized body composition equations with diverse young men and women: the Trainings Intervention and Genetics of Exercise Response (TIGER) Study. *British Journal of Nutrition*, 101, 871-878.

Jeukendrup, A. E. (2005). Fettverbrennung und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (9), 337-338.

Kaikkonen, H.; Yrjämä, M.; Siljander, E.; Byman, P.; Laukkanen, R. (2000). The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 10 (4), 211-215.

Kent, M. (1998). Wörterbuch Sportwissenschaft und Sportmedizin. Wiesbaden. Limpert

Kieser, W. (2006). Ein starker Rücken kennt keinen Schmerz - gesundheitsorientiertes Krafttraining nach der Kieser-Methode. München. Heyne.

Kindermann, W. (2000). Das Sportherz. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51 (9), 307-308.

Kleinert, J. (2006). Adjektivliste zur Erfassung der wahrgenommenen körperlichen Verfassung (WKV) – Skalenkonstrukt und erste psychometrische Befunde. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 13 (4), 154-164.

Klinkner, D.; Lehr, Ch. (2010). Effekte eines vierwöchigen Kraft- und Ausdauertrainingsprogramms nach alternierender bzw. isolierter Trainingsmethode im Vergleich zu einem identischen sechswöchigen Trainingsprogramm. unveröffentlichte Diplomarbeit: Neubiberg. Universität der Bundeswehr München.

Kraemer, W. J.; Patton, J. F.; Gordon, S. E.; Harman, E. A.; Deschenes, M. R.; Reynolds, K.; Newton, R. U.; Triplett, N. T.; Dziados, J. E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptions. *J Appl Physiol*, 78 (3), 976-989.

Kraemer, W. J.; Keuning, M.; Ratamess, N. A.; Volek, J. S.; McCormick, M.; Bush, J. A.; Nindl, B. C.; Gordon, S. E.; Mazzetti, S. A.; Newton, R. U.; Gomez, A. L.; Wick-

ham, R. B.; Rubin, M. R.; Häkkinen, K. (2001). Resistance training combined with bench-step aerobic enhances women´s health profile. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (2), 259-269.

Kroidl, R. F.; Schwarz, S.; Lehnigk, B. (2007). Kursbuch Spiroergometrie - Technik und Befundung verständlich gemacht. Stuttgart. Thieme.

Kuwan, T. (2006). Effekte isolierter sowie alternierender Kraft- und Ausdauerbelastungen unter dem Gesichtspunkt des Energieumsatzes. unveröffentlichte Diplomarbeit: Neubiberg. Universität der Bundeswehr München

Lambers, S.; VanLaethem, C. V.; VanAcker, K.; Calders, P. (2008). Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. *Clinical Rehabilitation*, 22, 483-492.

Lander, J. (1985). Maximum based on reps. *National Strength and Condition Association Journal*, 60-61.

Lang, F. (2005). Säure-Basen-Haushalt. In Schmidt, R. F.; Lang, F.; Thews, G. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*, 795-821. Heidelberg. Springer.

LaTorre, A.; Vernillo, G.; Fiorella, P.; Mauri, C.; Agnello, L. (2008). Combined endurance and resistance circuit training in highly trained/top-level female race walkers: a case report. *Sports sciences for health*, 51-58.

LeSuer, D. A.; McCormick, J. H.; Mayhew, J. L.; Wasserstein, R. L.; Arnold, M. D. (1997). The Accuracy of Prediction Equations for Estimating 1-RM Performance in the Bench Press, Squat, and Deadlift. *J Strength Cond Res*, 11 (4), 211-213.

Letzelter, H.; Letzelter, M. (1986). Krafttraining. Reinbek. Rowohlt Taschenbuch.

Leveritt, M.; Abernethy, P. J.; Barry, B. K.; Logan, P. A. (1999). Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Medicine*, 28 (6), 413-427.

Leveritt, M.; Abernethy, P. J.; Barry, B.; Logan, P. A. (2003). Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *J Strength Cond Res*, 17 (3), 503-508.

Löllgen, H.; Steinberg, T.; Winter, U. J. (2000). Durchführung der Ergometrie: Indikationen, Kontraindikationen, Abbruchkriterien, Notfallausrüstung. 52-57. In Löllgen, H.; Erdmann, E. (Hrsg.), *Ergometrie : Belastungsuntersuchung in Klinik und Praxis.* Berlin u.a.. Springer.

Maiorana, A.; O´Driscoll, G.; Cheetham, C.; Collis, J.; Goodman, C.; Rankin, S.; Taylor, R.; Green, D. (2000). Combined aerobic and resistance exercise training

improves functional capacity and strength in CHF. *J Appl Physiol*, 88 (5), 1565-1570.

Marschall, F.; Kolb, C.; Wittstadt, T.; Meyer, T. (2006). Zum Verhältnis von metabolischer und kardialer Beanspruchung auf drei unterschiedlichen Ergometertypen: Fahrrad, Cross-Trainer und Stairmaster. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 57 (10), 255-559.

Marx, J. O.; Ratamess, N. A.; Nindl, B.C.; Gotshalk, L. A.; Volek, J. S.; Dohi, K.; Bush, J. A.; Gómez, A. L.; Mazzetti, S. A.; Fleck, S. J.; Häkkinen, K.; Newton, R. U.; Kraemer, W. J. (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (4), 635-643

Martin, D.; Carl, K.; Lehnertz, K. (2001). Handbuch Trainingslehre. Schorndorf. Hoffmann.

Mayhew, J. L.; Ball, T. E.; Arnold, M. D.; Bowen, J. C. (1992). Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and women. *J Appl Sport Sci Res*, 200-206.

Mayhew, J. L.; Kerksick, C. D.; Lentz, D.; Ware, J. S.; Mayhew, D. L. (2004). Using Repetitions to Fatigue to Predict One-Repetition Maximum Bench Press in Male High School Athletes. *Pediatric Exercise Science*, 16, 265-276.

McCarthy, J. P.; Agre, J. C.; Graf, B. K.; Pozniak, M. A.; Vailas, A. C. (1995). Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Med Sci Sports Exerc*, 27 (3), 429-436.

Meyer, T.; Kindermann, W. (1999). Die maximale Sauerstoffaufnahme (VO2max). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50 (9), 285-286.

Meyer, T. (2003). Der Respiratorische Quotient (RQ). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (1), 29-30.

Millet, G. P.; Jaouen, B.; Borrani, F.; Candau, R. (2002). Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO2 kinetics. *Med Sci Sports Exerc*, 34 (8), 1351-1359.

Molsberger, F.; Müller, D.; Rego, I. (2011). BMI, Körperfett und Gesundheit. *Zeitschrift für Gesundheit und Sport*, 34-42.

Mosher, P. E.; Underwood, S. A.; Ferguson, M. A.; Arnold, R. O. (1994). Effects of 12 Weeks of Aerobic Circuit Training on Aerobic Capacity, Muscular Strength, and Body Composition in College-Age Women. *J Strength Cond Res*, 8 (3), 144-148.

Mosher, P. E.; Nash, M. S.; Perry, A. C.; LaPerriere, A. R.; Goldberg, R. B. (1998). Aerobic circuit exercise training: effect on adolescents with well-controlled

insulin-dependent diabetes mellitus. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 79 (6), 652-657.

Nascimento, M. A.; Cyrino, E. S., Nakamura, F. Y.; Romanzini, M.; Pianca, H. J. P.; Queiróga, M. R. (2007). Validation of the Brzycki equation for the estimation of 1-RM in the bench press. *Rev Bras Med Esporte*, 13, 40e-42e.

Nebel, R. (2002). Creatin im Sport - Ergogenes Supplement?. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53 (7+8), 213-220.

Neumann, G.; Pfützner, A.; Berbalk, A. (1998). Optimiertes Ausdauertraining. Aachen. Meyer und Meyer.

Newsholme, E. A.; Blomstrand, E.; McAndrew, N.; Parry-Billings, M. (1993). Biochemische Ursachen für Ermüdung und Übertraining. In Shephard, R. J.; Astrand, P.-O. (Hrsg.), *Ausdauer im Sport*, 341-353. Köln. Deutscher Ärzte Verlag.

Pahlke, U. (1999). Muskelgewebe. In Badtke, G. (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin*, 19-70. Heidelberg. UTB.

Paoli, A.; Pacelli, F.; Bargossi A.M.; Marcolin, G.; Guzzinati, S.; Neri, M.; Bianco, A.; Palma, A. (2010). Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50 (1), 43-51.

Pereira, M. I. R.; Gomes, P. S. C. (2003). Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repition maximum - Review and new evidences. *Rev Bras Med Esporte*, 9 (5), 336-346.

Persson, P.B. (2005). Energie- und Wärmehaushalt, Thermoregulation. In Schmidt, R. F.; Lang, F.; Thews, G. (Hrsg.), *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*, 889-908. Heidelberg. Springer.

Pollock, M. L.; Jackson, A. S. (1984). Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc*, 16 (6), 606-613.

Pusch, A.; Ulfig, P. (2008). Vergleich der Effekte einer alternierenden und isolierten Trainingsmethode durch ein Kraftzirkel und ein Fahrradergometertraining. unveröffentlichte Diplomarbeit: Neubiberg. Universität der Bundeswehr München

Putman, C. T.; Xu, X.; Gillies, E.; MacLean, I. M.; Bell, G. J. (2004). Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fibre-type distribution in humans. *Eur J Appl Physiol*, 92 (4-5), 376-384.

Quittan, M.; Wiesinger, G. F. (2005). Assessement von Kraft und Ausdauer. In Fialka-Moser, V. (Hrsg.), *Kompendium physikalische Medizin und Rehabilitation.* 61-68. Wien, New York. Springer.

Radinger, A. (2001). Die Optimierung der Motivation und Volition von Fitnessanfängern. Dissertation: Frankfurt/M.. Johann Wolfgang Goethe-Universität.

Rampf, J. (1999). Drop-out und Bindung im Fitness-Sport : günstige und ungünstige Bedingungen für Aktivitäten im Fitness-Studio. Hamburg. Czwalina.

Raschka, C. (2006). Sportanthropologie. Leitfaden der modernen, vergleichenden Sportanthropologie, Sportanthropometrie und trainingsrelevanten Konstitutionsbiologie. Köln. Sportverlag Strauss.

Reybrouck, T.; Gosselink, R. (2001). Kardiopulmonale Rehabilitation. In van den Berg, F. (Hrsg.), *Angewandte Physiologie: 3 Therapie, Training, Tests*, 255 - 326. Stuttgart. Thieme.

Rockmann, U.; Bömermann, H. (2006). Grundlagen der sportwissenschaftlichen Forschungsmethoden und Statistik. Schorndorf. Hofmann.

Rühle, K.-H. (2001). Praxisleitfaden der Spiroergometrie. Stuttgart, Berlin, Köln. Kohlhammer.

Scholich, M. (1988). Kreistraining. Berlin. Sportverlag.

Shephard, R. J. (1993). Allgemeine Grundlagen. In Shephard, R. J.; Astrand, P.-O. (Hrsg.), *Ausdauer im Sport*, 35-47. Köln. Deutscher Ärzte Verlag.

Shvartz, E.; Reibold R. C. (1990). Aerobic Fitness Norms for Males and Females Aged 6 to 75 Years: A Review. *Aviat Space Environ Med.*, 61, 3-11

Sillanpää, E.; Laaksonen, D. E.; Häkkinen, A.; Karavirta, L.; Jensen, B.; Kraemer, W. J.; Nyman, K. (2009). Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. *Eur J Appl Physiol*, 106 (2), 285-296.

Silbernagl, S.; Despopoulos, A. (2007). Taschenatlas Physiologie. Stuttgart. Thieme.

Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid space and density. *Techniques for Measuring Body Composition*, 223-244. Washington DC. National Academy of Science.

Statistisches Bundesamt (2010). Krankheitskosten. Zugriff am 12.06.2012 unter https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Krankheitskosten/Krankheitskosten.html.

Statistisches Bundesamt (Die Gesundheitsberichterstattung des Bundes) (2010).

Verteilung der Bevölkerung auf Body-Mass-Index-Gruppen in Prozent. Zugriff am 14.02.2012 unter http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=3&p_aid=55078023&nummer=434&p_sprache=D&p_indsp=5360540&p_aid=84369133.

Takeshima, N.; Roger, M. E.; Islam, M. M.; Yamauchi, T.; Watanabe, E.; Okada, A. (2004). Effects of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol*, 93 (1-2), 173-182.

Technogym Deutschland (2010). Gerätelinie Selection. Zugriff am 04.02.2010 unter http://www.technogym.com/de/viewdoc.asp?co_id=1328&target=commercial.

Technogym Deutschland (2000). Benutzerhandbuch "Wellness Trainer". Onlineversion.

TK Techniker Krankenkasse (2010). Sport als Therapie. Mit Bewegung zu mehr Gesundheit, Hamburg. Eigendruck.

Trayhurn, P. (2004). BJN ´Citation Classic`. *British Journal of Nutrition*, 91, 160-168.

VDF, Verband deutscher Fitness- und Gesundheitsunternehmen e. V. (2009). Maßnahmen zur Senkung der Fluktuation in Fitness- und Gesundheitsunternehmen. *VDF Club aktuell*, 5-6.

Verney, J.; Kadi, F.; Saafi, M. A.; Piehl-Aulin, K.; Denis, C. (2006). Combined lower body endurance and upper body resistance training improves performance and health parameters in healthy active elderly. *Eur J Appl Physiol*, 97 (3), 288-297.

Wagner, D. R.; Heyward, V. H. (2001). Validity of two-component models for estimating body fat of black men. *J Appl Physiol*, 90, 649-656.

Wahl, P.; Hägele. M.; Zinner, C.; Bloch, W.; Mester, J. (2010). High Intensity Training (HIT) für die Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit im Leistungssport. *Schweizerische Zeitschrift für "Sportmedizin und Sporttraumatologie"*, 58 (4), 125-133.

Wathen, D. (1994). Load assignment. In Baechle T. R. (Hrsg.), *Essentials of Strength Training and Conditioning*, Champaign, IL. Human Kinetics.

Westcott, W. L.; Annesi, J. J.; Skaggs, J. M.; Gibson, J. R.; Reynolds, R. D.; O´Dell, J. P. (2007). Comparison of two exercise protocols on fitness score improvement in poorly conditioned Air Force personnel. *Perceptual And Motor Skills*, 104 (2), 629-636.

WHO. (1946). Constitution of the World Health Organization. Zugriff am 22.02.2011 unter http://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN /constitution-en.pdf.

Wieser, M.; Haber, P. (2007). The Effects of Systematic Resistance Training in the Elderly. *International journal of sports medicine*, 28, 59-65.

Wonisch, M.; Hofmann, P.; Pokan, R.; Kraxner, W.; Hödl, R.; Maier, R.; Watzinger, N.; Smekal, G. (2003). Spiroergometrie in der Kardiologie - Grundlagen der Physiologie und Terminologie. *J Kardiol*, 10 (9), 383 - 390.

Wood, R. H.; Reyes, R.; Welsch, M. A.; Favaloro-Sabatier, J.; Lee, M. C.; Johnson, L. G.; Hooper, P. F. (2001). Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 33 (10), 1751-1758.

Wood, T. M.; Maddalozzo, G. F.; Harter, R. A. (2002). Accuracy of Seven Equations for Predicting 1-RM Performance of Apparently Healthy, Sedentary Older Adults. *Measurement in physical education and exercise science*, 6 (2), 67-94.

Zimmermann, K. (2002). Gesundheitsorientiertes Muskelkrafttraining. Theorie - Empirie - Praxisorientierung, Schorndorf. Hoffmann.

Zintl, F.; Eisenhut, A. (2004). Ausdauertraining. Grundlagen - Methoden - Trainingssteuerung, München u. a.. BLV.

Anhang

Deskriptive Statistik

Für alle Tabellen gilt, außer es ist anders angegeben:
Gruppe ALT: Beginn n=44, Ende n=33
Gruppe ISO: Beginn n=32, Ende n=20
Gruppe ALT-ISO: Beginn und Ende n=12
Gruppe ISO-ALT: Beginn und Ende n=13

Akzeptanzfragebogen

Subskala	Gruppe	Beginn		Ende	
		MW	SD	MW	SD
Monotonie	ALT	2,77	1,07	2,27	1,04
	ISO	2,43	,80	2,43	,96
Wohlbefinden	ALT	1,39	,57	1,56	,76
	ISO	1,48	,66	1,40	,79
Ausdauerverbesserung	ALT	4,00	,79	3,79	1,09
	ISO	3,85	1,13	4,35	,83
Anstrengung	ALT	3,18	,75	3,82	,66
	ISO	3,70	,62	4,00	,74
Freude	ALT	3,88	,97	3,86	,73
	ISO	3,88	1,26	4,13	,84
Dauer	ALT	3,26	,83	2,98	,83
	ISO	3,28	,92	3,38	,79
Kraftverbesserung	ALT	4,30	,53	4,39	,78
	ISO	3,98	1,03	4,60	,55
Interesse	ALT	3,55	1,03	4,08	,99
	ISO	3,70	1,01	4,10	1,14
Weiterführung	ALT	3,52	,86	4,39	,83
	ISO	3,90	,91	4,33	,88
Spaß	ALT	4,12	,92	4,21	,71
	ISO	4,08	1,18	4,58	,54
Intensität	ALT	3,91	,61	3,38	,74
	ISO	3,65	,92	3,40	,58
Empfehlung	ALT	3,65	1,07	4,53	,65
	ISO	3,80	1,04	4,40	,91
Effektivität	ALT	3,15	,68	4,42	,69
	ISO	2,95	,48	4,18	,89
Wechsel	ALT	1,73	1,07	1,76	,90
	ISO	1,75	1,02	1,45	,89
Methode	ALT	1,64	,99	1,55	1,06
	ISO	1,45	,83	1,95	1,43

Anthropometrie:

Körpergewicht, BMI und Körperfettgehalt:

Gruppe ALT	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
Körpergewicht [kg]	74,61	15,77	74,83	15,17
BMI	24,88	3,84	24,92	3,89
Körperfett [%]	25,94	8,56	22,24	8,68

Gruppe ISO	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
Körpergewicht [kg]	72,39	13,97	72,63	12,00
BMI	25,14	4,06	25,34	4,10
Körperfett [%]	29,32	8,44	26,85	8,46

Gruppe ALT-ISO	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
Körpergewicht [kg]	79,00	14,54	79,63	14,92
BMI	27,56	4,88	27,75	4,85
Körperfett [%]	27,97	10,67	26,16	12,12

Gruppe ISO-ALT	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
Körpergewicht [kg]	75,92	9,84	75,77	10,61
BMI	24,92	2,51	24,89	2,68
Körperfett [%]	22,76	10,32	20,32	10,43

Körperfettgehalt Männer:

Körperfett	Gruppe	MW [%]	SD	N
Beginn	ALT	20,19	3,45	14
	ISO	21,34	5,84	5
	ALT-ISO	19,92	6,27	5
	ISO-ALT	16,50	6,04	7
Ende	ALT	15,41	3,29	14
	ISO	19,59	3,63	5
	ALT-ISO	16,40	6,28	5
	ISO-ALT	13,47	4,76	7

Körperfettgehalt Frauen:

Körperfett	Gruppe	MW [%]	SD	N
Beginn	ALT	31,36	8,19	19
	ISO	34,88	6,47	15
	ALT-ISO	33,71	9,48	7
	ISO-ALT	30,06	9,64	6
Ende	ALT	27,28	7,94	19
	ISO	29,27	8,26	15
	ALT-ISO	33,13	10,34	7
	ISO-ALT	28,31	9,57	6

Hautfaltendicken:

Gruppe ALT	**Beginn**		**Ende**	
	MW [mm]	SD	MW [mm]	SD
Summe	73,61	25,11	59,82	25,04
Trizeps/Brust	18,95	8,01	13,61	8,74
Bauch/Becken	28,48	10,36	23,70	8,88
Oberschenkel	26,18	14,32	22,52	13,29

Gruppe ISO	**Beginn**		**Ende**	
	MW [mm]	SD	MW [mm]	SD
Summe	82,00	26,67	70,70	28,13
Trizeps/Brust	22,88	7,45	18,95	9,52
Bauch/Becken	27,84	11,54	24,45	11,25
Oberschenkel	31,28	14,69	27,30	12,14

Gruppe ALT-ISO	**Beginn**		**Ende**	
	MW [mm]	SD	MW [mm]	SD
Summe	81,17	32,00	75,33	37,55
Trizeps/Brust	20,08	10,27	15,58	11,57
Bauch/Becken	30,00	10,47	29,17	12,39
Oberschenkel	31,08	16,59	30,58	18,27

Gruppe ISO-ALT	**Beginn**		**Ende**	
	MW [mm]	SD	MW [mm]	SD
Summe	65,31	33,00	56,54	30,85
Trizeps/Brust	15,38	9,70	11,62	9,41
Bauch/Becken	28,23	12,00	24,69	10,20
Oberschenkel	21,69	15,32	20,23	15,22

Kardiopulmonales System:

Gruppe ALT	**Beginn**		**Ende**	
	MW	SD	MW	SD
P_{max} [W]	220,25	73,42	238,52	74,99
VO_{2max} [ml/min]	2611,73	778,51	2673,48	715,29
Hf_{max} [1/min]	173,09	9,51	174,30	10,79
rel. P_{max} [W/kg]	2,94	,71	3,18	,75
rel. VO_{2max} [ml/min/kg]	34,93	7,01	35,80	6,52
P_{VAT} [W]	139,07	49,94	167,58	54,10
Hf_{VAT} [1/min]	141,50	16,17	149,12	12,91

Gruppe ISO	**Beginn**		**Ende**	
	MW	SD	MW	SD
P_{max} [W]	212,97	54,09	219,40	46,52
VO_{2max} [ml/min]	2511,22	593,38	2633,05	556,08
Hf_{max} [1/min]	176,44	9,94	175,00	8,98
rel. P_{max} [W/kg]	2,97	,61	3,06	,65
rel. VO_{2max} [ml/min/kg]	35,09	7,41	36,73	7,96
P_{VAT} [W]	137,59	36,55	152,80	41,24
Hf_{VAT} [1/min]	144,25	12,97	147,45	12,88

Gruppe ALT-ISO	**Beginn**		**Ende** (n=11)	
	MW	SD	MW	SD
P_{max} [W]	224,42	79,31	238,45	86,12
VO_{2max} [ml/min]	2667,67	782,53	2818,27	853,77
Hf_{max} [1/min]	173,75	10,74	172,82	8,41
rel. P_{max} [W/kg]	2,84	,88	3,00	,87
rel. VO_{2max} [ml/min/kg]	33,96	8,79	35,56	7,84
P_{VAT} [W]	133,42	59,36	162,82	64,31
Hf_{VAT} [1/min]	141,50	15,35	146,18	13,36

Gruppe ISO-ALT	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
P_{max} [W]	231,38	56,35	245,23	60,28
VO_{2max} [ml/min]	2677,62	615,51	2878,46	678,73
Hf_{max} [1/min]	172,23	13,20	171,77	12,28
rel. P_{max} [W/kg]	3,07	,70	3,25	,70
rel. VO_{2max} [ml/min/kg]	35,39	7,25	38,06	7,62
P_{VAT} [W]	153,77	55,05	167,08	55,67
Hf_{VAT} [1/min]	142,92	17,06	145,62	12,96

Muskuläres Funktionssystem:

Gruppe ALT	Beginn		Ende (n=32)	
	MW	SD	MW	SD
Gesamtkraft [kg]	294,04	108,38	370,03	140,56
rel. Kraft [kg/kg]	3,88	,93	4,87	1,23

Gruppe ISO	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
Gesamtkraft [kg]	266,79	76,00	329,38	76,37
rel. Kraft [kg/kg]	3,67	,62	4,55	,83

Gruppe ALT-ISO	Beginn		Ende (n=10)	
	MW	SD	MW	SD
Gesamtkraft [kg]	305,54	127,49	409,54	147,63
rel. Kraft [kg/kg]	3,81	1,28	4,91	1,51

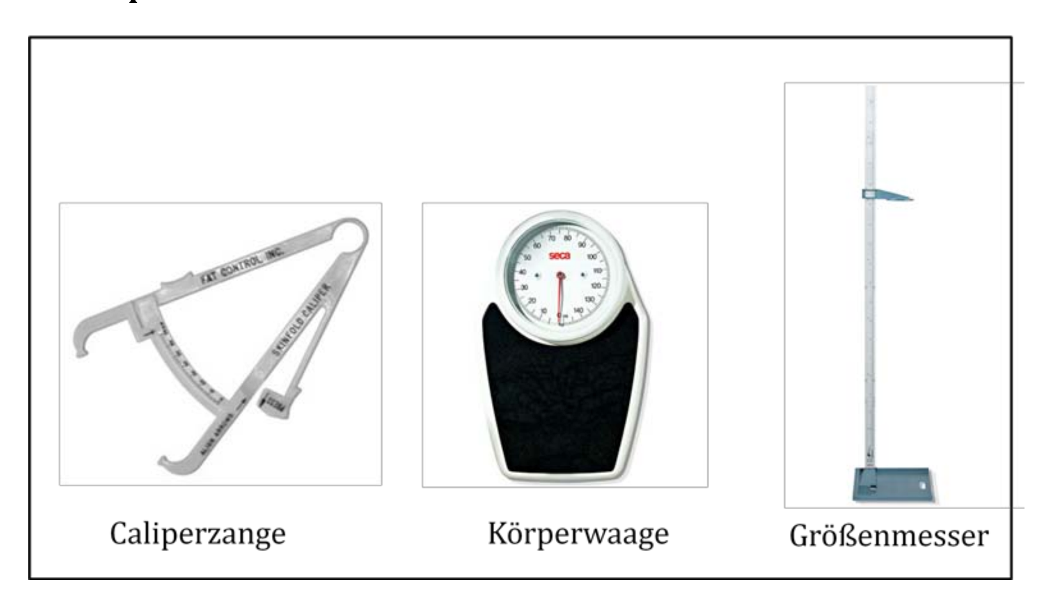
Gruppe ISO-ALT	Beginn		Ende	
	MW	SD	MW	SD
Gesamtkraft [kg]	323,47	102,96	405,14	135,95
rel. Kraft [kg/kg]	4,21	1,03	5,28	1,31

Kraftübung	**Gruppe**	**Beginn**		**Ende***	
		MW [kg]	SD	MW [kg]	SD
Bauch	ALT	42,04	14,60	53,66	19,37
	ISO	40,68	10,81	48,97	10,81
	ALT-ISO	51,10	20,24	59,72	23,54
	ISO-ALT	48,77	12,30	62,15	18,89
unterer Rücken	ALT	64,18	21,13	84,63	29,71
	ISO	60,00	11,52	77,55	16,91
	ALT-ISO	71,07	21,68	91,85	27,90
	ISO-ALT	68,29	20,66	89,44	28,06
Latzug	ALT	77,09	30,17	98,01	42,17
	ISO	68,81	16,46	83,97	21,95
	ALT-ISO	81,90	34,05	95,69	40,26
	ISO-ALT	87,99	29,98	105,64	38,43
Brust	ALT	55,82	26,74	71,20	31,30
	ISO	47,77	14,45	61,09	19,71
	ALT-ISO	57,45	28,89	72,27	37,97
	ISO-ALT	61,34	26,37	76,73	35,59
oberer Rücken	ALT	50,93	20,26	64,86	22,95
	ISO	46,18	12,01	57,80	15,49
	ALT-ISO	52,70	21,90	65,97	26,58
	ISO-ALT	57,08	18,48	71,19	22,72

* n der einzelnen Gruppen wie bei Gesamtkraft und Relativkraft

Testinstrumentarium

Anthropometrie



Caliperzange Körperwaage Größenmesser

Spiroergometrie



Oxycon Mobile ergoselect 100P

Kraftdiagostik

Die Ermittlung des 1-RM erfolgte an den folgenden Krafttrainingsgeräten.

Trainingsgeräte

1. Reihe: Ausdauergeräte: Cross-Trainer (Excite +, Synchro 700i) und Fahrradergometer (Excite +, Bike Excite 700i)
2. Reihe: Krafttrainingsgeräte der Arm-, Schulter- und Brustmuskulatur der Serie „Personal Selection“: Vertical Traction, Upper Back, Chest Press
3. Reihe: Krafttrainingsgeräte der Rumpfmuskulatur der Serie „Personal Selection“: Lower Back, Abdominal Crunch









Probandenaquise



Probanden gesucht!

Liebe Fitnessbegeisterte,

- ✓ Sie trainieren regelmäßig 2 bis 3 mal pro Woche Kraft und Ausdauer an Geräten hier im Fitnessstudio?
- ✓ Sie haben Interesse, eine **neuartige Trainingsmethode** auszuprobieren?
- ✓ Sie wollen Ihre **Ausdauer und Kraft verbessern** und **Spaß** beim Training haben?
- ✓ Sie sind bereit, nach einem **speziellen Trainingsplan** über 12 Wochen zu trainieren?
- ✓ Sie wollen Ihren **aktuellen Fitnesslevel** wissen?

Dann brauchen wir Sie!



Das bieten wir Ihnen:

- **sportmedizinisch begleitetes Training** und kostenlose Beratung über den Untersuchungszeitraum von 12 Wochen
- Kostenlose sportmedizinische **Leistungsdiagnostik**
- Kostenlose sportwissenschaftliche **Kraftanalyse**
- Wissenschaftliche Kontrolle der Trainingserfolge
- **Motivation** im Fitnesstraining

Für weitere Informationen zu der sportwissenschaftlichen Untersuchung und zur Teilnahme an der Studie tragen Sie sich bitte in die ausliegenden Listen hier im Studio ein.

Ihr Ansprechpartner, Herr Thomas Bösl, des Instituts für Sportwissenschaft und Sport wird sich dann mit Ihnen in Verbindung setzen.

Für Ihr Interesse bedankt sich:

Thomas Bösl
Dipl. Sportwissenschaftler
Institut für Sportwissenschaft und Sport
Lehrgebiet Sportmedizin
089-6004 4412
thomas.boesl@unibw.de

Information für die Studienteilnehmer

Institut für Sportwissenschaft und Sport
Lehrgebiet Sportmedizin
Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg



Information für Probandinnen und Probanden

Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer,

im Rahmen meines Promotionsvorhabens an der Fakultät für Pädagogik der Universität der Bundeswehr führe ich die Studie mit dem folgendem Arbeitstitel im body + soul Brunnthal durch:

Effizienz und Akzeptanz zweier Trainingsmethoden im Fitness- und Gesundheitssport

Was soll in dieser Studie untersucht werden?

Mit dieser Studie sollen die Effekte und die Durchführbarkeit eines speziellen Trainings im Fitness- und Gesundheitsport nachgewiesen werden. Hintergrund der Untersuchung sind Überlegungen zur Nachhaltigkeit, Abbrecherquote und Abwechslung im Training, die in unserem Lehrgebiet schon durch mehrere Arbeiten untersucht wurden. Meine Fragestellung soll die „Laborergebnisse“ in der Praxis bzw. Studioumgebung beleuchten.

Was ist das Ziel der Studie?

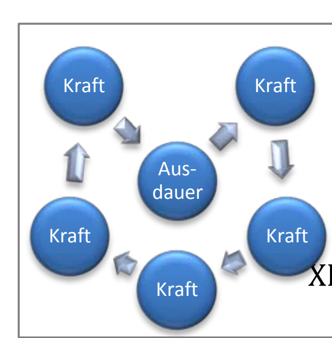
Konkret soll in der Studie untersucht werden, welche Effekte ein alternierendes Training (näheres s. u.) im Gerätetraining auf die Ausdauer- und Kraftfähigkeit im Vergleich zu einem gewohnten Trainingsablauf hat. Ebenso soll die Akzeptanz dieses Trainings überprüft werden.
Unter dem alternierenden Training verstehen wir einen Wechsel von Kraft- und Ausdauertraining während einer Trainingseinheit. Das Krafttraining wird nach dem Zirkelprinzip absolviert.

Was beinhalten die Messungen?

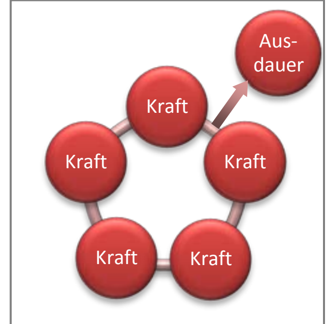
Zu Beginn, als Zwischentest und am Ende der 12-wöchigen Trainingsphase durchlaufen Sie einen Ausdauer- und Krafttest und füllen einen Fragebogen aus. Dabei wird die Ausdauerleistung durch eine Spiroergometrie (siehe Foto) auf dem Fahrradergometer bestimmt. Hierzu werden mit Hilfe einer Atemmaske die Atemparameter (z. B. VO_{2max}) während einer ansteigenden Belastung ermittelt. Der Krafttest ist an den Test angelehnt, den Sie eventuell bereits kennen. Hier wird über die maximal mögliche Anzahl von Wiederholungen an den Trainingsgeräten, an denen Sie trainieren, die Maximalkraft hochgerechnet. Zu Beginn steht eine allgemeine Befragung zur Gesundheit und zum Sport- und Trainingsverhalten; im Zwischentest und am Ende ein Fragebogen zum Training. Alle Messungen finden in den Räumlichkeiten des body + soul Brunnthal statt.

Wie läuft das Training ab?

Das alternierende Training (Grafik Blau) teilt sich in 5 mal 10 Minuten Ausdauertraining und 5 Runden Krafttraining an 5 Kraftgeräten, das abwechselnd durchgeführt wird, auf.



Das isolierte Training (Grafik Rot) besteht aus 5 Runden Krafttraining im Zirkel und 50 Minuten Ausdauertraining im Anschluss.



Die Intensitäten beider Trainingsarten belaufen sich auf 60% der VO_{2max} und 60% der Maximalkraft, die über die Tests ermittelt wurden.
Anhand dieser Werte bekommen Sie Ihren Trainingsplan auf den Wellness-System Key gespeichert. Das Training können Sie in einem speziellen Bereich im Studio durchführen.
Sportaktivitäten, die Sie außerhalb des Studios absolvieren, sollten Sie am Wellness Expert beim Einchecken eingeben.
Nach jeder Trainingseinheit wird das Belastungsempfinden am InfoPoint abgefragt.

Um statistisch aussagekräftige Daten zu bekommen, ist es notwendig, mehrere Gruppen mit unterschiedlichen Trainingsabläufen zu bilden. Hierzu trainieren Sie 6 Wochen nach der alternierenden Trainingsmethode und 6 Wochen nach der isolierten Trainingsmethode. Mit welcher Methode Sie beginnen, wird nach dem Eingangstest entschieden

Zeitschema:

Woche 1		**Woche 2 – 7**	**Woche 7/8**	**Woche 8 - 13**	**Woche 14**
Eingangstest	Gruppen-einteilung	Training	Zwischentest	Training	Ausgangstest

Somit ergibt sich eine maximale Studiendauer für jeden einzelnen Probanden von 14 Wochen. Die Gesamtdauer der Studie wird ca. 10 Monate betragen. Dies hängt vor allem von der Anzahl der auswertbaren Datensätze ab. Im gesamten benötige ich mindestens 120 Datensätze sprich Probanden.

Wer hat Zugang zu Ihren Daten?

Sie verschlüsseln mit einem Code Ihre Daten. Dieser ist nur Ihnen und dem Studienleiter bekannt. Die personenbezogenen Daten stehen nur dem Studienleiter und dessen Betreuer zur Verfügung. Der Betreuer kann die Daten aber keiner Person zuordnen, da diese nur codiert vorliegen. Die Trainingsdaten können von jedem Trainer im Studio eingesehen werden. Dies ist auch notwendig, um etwaige kurzfristige Anpassungen vornehmen zu können. Sie haben das Recht Ihre persönlichen Daten jederzeit einzusehen.

Frequently Asked Question FAQ:

Kann ich das Training wegen Abwesenheit unterbrechen?
Ja, sofern es nicht länger dauert als maximal 10 Tage. Sprechen Sie mich hierzu bitte rechtzeitig an.

Darf ich neben dem Training noch an anderen Trainingsgeräten trainieren?
Nein, da die Ergebnisse sonst nicht eindeutig dem absolvierten Training zugeordnet werden können.

Darf ich neben dem Training ein Ausdauertraining im Freien durchführen?
Wenn Sie vor Studienbeginn bereits regelmäßig trainiert haben, können Sie in gleichem Umfang weitertrainieren. Sollten Sie jedoch vorher keine anderen Aktivitäten gemacht haben, bitte ich Sie auch während der Studiendauer darauf zu verzichten.

Kann ich neben dem Training an Gruppenstunden teilnehmen?
Hier gilt das Gleiche wie bei Outdooraktivitäten. Wenn Sie vorher dies auch regelmäßig getan haben, gerne ja, ansonsten bitte ich Sie, bis zum Studienende zu warten. Ausgenommen davon sind Entspannungs- und Low-Impact-Stunden.

Was passiert, wenn ich während der Studie erkranke?
Bitte teilen Sie mir mit, wenn Sie von ärztlicher Seite eine Trainingspause einlegen müssen. Je nach Erkrankung, kann es sein, dass Sie die Studienteilnahme abbrechen müssen.

Was mache ich, wenn mich das Training unter- bzw. überfordert?
Zu Beginn des Trainings kann die Intensität von 60% und 15 Wdh. sehr anstrengend sein. Versuchen Sie möglichst die Sollvorgaben einzuhalten. Sie können selbstständig das Gewicht um 1 Scheibe reduzieren, wenn Sie sich überfordert fühlen. Vermerken Sie dies aber bitte im Training am Gerät (IsoControl), damit die Daten richtig gespeichert werden. Sprechen Sie hierzu auch mich oder einen Trainer an. Im Laufe des Trainings (etwa ab der 5. Woche) kann es sein, dass Sie das Gewicht als zu leicht empfinden. Erhöhen Sie hierzu bis zum Zwischen- oder Abschlusstest das Gewicht, dass Sie auf max. 15 Wdh. kommen. Auch in diesem Fall nehmen Sie bitte mit mir oder einem Trainer Kontakt auf.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Ihre Teilnahme an der Studie freiwillig ist. Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahme an der Studie widerrufen, ohne dass Ihnen irgendwelche Nachteile entstehen.

Zu meiner Person:

Damit Sie wissen, um wen es sich bei dem Studienleiter handelt, hier ein paar Informationen zu meiner Person.
Ich habe an der TU München mein Studium der Sportwissenschaften im Jahr 2000 abgeschlossen. Im Anschluss war ich mehrere Jahre in der Prävention und Rehabilitation tätig. Seit 2005 bin ich wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sportwissenschaften und Sport.
Ich bin 34 Jahre, verheiratet und habe eine kleine Tochter. In meiner Freizeit bin ich vor allem in den Bergen sportlich aktiv. Darüber hinaus laufe ich gerne und spiele gelegentlich Volleyball.

Nachdem Sie die Informationen gelesen haben, möchte ich noch einige persönliche Worte an Sie richten.
Die Daten der Studie sind für mich von großer Bedeutung und wichtig für das Gelingen meiner Promotion. Dazu zählen jedoch nur vollständige Datensätze. Deshalb habe ich die Bitte an Sie, sich klar zu machen, ob eine Teilnahme für Sie über den gesamten Studienzeitraum möglich ist. Auch bitte ich Sie, alle Ihre Angaben nach bestem Wissen und Gewissen vorzunehmen.
Dafür bekommen Sie eine sehr hochwertige und kostenintensive Diagnostik, ein sportwissenschaftlich begleitetes und kontrolliertes Training und eine Darlegung Ihrer Trainingserfolge.

Wenn Sie weiterhin Interesse haben an der Studie teilzunehmen, bitte ich Sie mir dies kurz mitzuteilen. Für die Planung des Eingangstest ist es für mich gut zu erfahren, wann Sie am besten Zeit haben.
Zur Terminierung des Eingangstest werde ich mich umgehend mit Ihnen in Verbindung setzen.

Sollten Sie weiter Fragen haben, können Sie mich gerne unter Thomas.Boesl@unibw.de, 089/6004-4412 (tagsüber) kontaktieren oder Sie sprechen mich im Studio Brunnthal an.

Fragebogen zur Gesundheit und der sportlichen Betätigung

Fragebogen zur Trainingsstudie

Name	____________________	Vorname	____________________
Straße	____________________	Geb.-Datum	____________________
PLZ, Ort	____________________	Telefon	____________________
Email			

Zur Verschlüsselung Ihrer Daten wird ein Code verwendet. Dieser setzt sich wie folgt zusammen:

1. Erster Buchstabe des eigenen Vornamens: z. B. Thomas
2. Erster Buchstabe des Vornamens der Mutter: z. B. Julia
3. Der Tag und das Jahr des eigenen Geburtstages: z. B. 18.08.1974

Code des Beispiels: TJ1874

Ihr Probandencode lautet: _________

Gesundheitliche Fragen:

1. Ist bei Ihnen eine Erkrankung des Herzens bekannt? ○ ja ○ nein
   Wenn ja, welche / seit wann? ____________________________________
2. Besteht ein erhöhter Blutdruck? ○ ja ○ nein
3. Leiden Sie unter Atembeschwerden? ○ ja ○ nein
   ○ Atemnot ○ Husten ○ Auswurf
4. Haben Sie eine Stoffwechselerkrankung (z. B. Diabetes mellitus)? ○ ja ○ nein
   Wenn ja, welche / seit wann? ____________________________________
5. Haben Sie Beschwerden an Muskeln oder Gelenken? ○ ja ○ nein
   Wenn ja, welche / seit wann? ____________________________________
6. Fühlen Sie sich momentan gesund? ○ ja ○ nein
7. Nehmen Sie regelmäßig Medikamente ein? ○ ja ○ nein
   Wenn ja, welche? ____
8. Hatten Sie in den letzten drei Wochen einen Infekt oder starke Erkäl- ○ ja ○ nein
9. Fühlten Sie sich nach einem Training unwohl? ○ ja ○ nein
   Wie äußerte sich dies? ____________________________________
10. Bestand in der letzten Zeit eine Trainingspause von mehr als 2 Wochen? ○ ja ○ nein
    Wenn ja, warum? ____

____________________ , den _________ ______________________

Unterschrift

Probandencode _________

Fragen zum Trainingsstatus und zur sportlichen Betätigung:

11. Seit wann betreiben Sie regelmäßig Fitnesstraining an Geräten?

☐ < ½ Jahr ☐ ½ – 1 Jahr ☐ 1 – 3 Jahre ☐ 3 – 5 Jahre ☐ > 5 Jahre

12. Wie häufig trainieren Sie pro Woche im Studio?

☐ 1 mal ☐ 2 mal ☐ 3 mal ☐ 4 mal ☐ > 4 mal

13. Wie lange trainieren Sie in einer Einheit?

☐ < 30 min ☐ 30 – 60 min ☐ 60 – 90 min ☐ 90 – 120 min ☐ > 120 min

14. Wie groß ist der Anteil des Trainings in einer Einheit in Prozent

___% Kraft ___% Ausdauer ___% Group-Fitness

15. Mit welchen Trainingsmethoden haben Sie Erfahrung (mehrfache Nennung möglich)?

Ausdauer
☐ Dauermethode ☐ Intervallmethode
☐ Fahrtspiel ☐ Wiederholungsmethode ☐ keine Erfahrung

Kraft
☐ Einsatztraining ☐ Maximalkraftmethode
☐ Mehrsatztraining ☐ Muskelaufbaumethode
☐ Zirkeltraining ☐ Kraftausdauermethode ☐ keine Erfahrung

16. Welches Ausdauergerät bevorzugen Sie im Training?

☐ Fahrradergometer (Bike) ☐ Ellipsentrainer (Synchro) ☐ Laufband (Run) ☐ egal

17. Welches Ziel verfolgen Sie mit dem Fitnesstraining an Geräten (mehrfache Nennung möglich)?

☐ Muskelaufbau ☐ Ausgleich zum Beruf
☐ Körperdefinition ☐ Ausgleich/Ergänzung zum Sport
☐ Gewichtsreduktion ☐ Vorbereitung auf Wettkampf/sportl. Projekt

18. Nach eigener Einschätzung zählen Sie zur Kategorie

☐ Kraftsportler ☐ Ausdauersportler ☐ Allrounder

19. Welche Sportarten betreiben Sie regelmäßig (> 2x/Woche) neben dem Fitnesstraining (max. 3 Nennungen)?

____

Beispiel des Akzeptanzfragebogens

Akzeptanzfragebogen

Bitte beantworten Sie alle Fragen zügig und entscheiden Sie sich ohne lange Überlegungen für eine Antwort.
Zutreffendes bitte ankreuzen.
Die folgenden Aussagen treffen generell auf den gesamten Trainingszeitraum zu.

Probandencode: ___________

1 = trifft nicht zu 5 = trifft voll zu

1.	Ich empfand das Training als monoton.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
2.	Ich fühlte mich nach dem Training unwohl.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
3.	Ich glaube, dass sich meine Ausdauer im Laufe des Trainings verbessert hat.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
4.	Das Training war für mich anstrengend.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
5.	Auf das Training hab ich mich gefreut.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
6.	Die Dauer des Trainings hätte länger sein können.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
7.	Ich glaube, dass sich meine Kraft im Laufe des Trainings verbessert hat.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
8.	Diese Trainingsmethode war für mich interessanter als mein bisheriges Training.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
9.	Ich würde diese Art der Trainingsmethode gerne weiterführen.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
10.	Das Training hat mir Spaß gemacht.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
11.	Die Trainingsintensität hätte höher sein können.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
12.	Ich würde die Trainingsmethode weiterempfehlen.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
13.	Ich empfand diese Form des Trainings effektiver als mein bisheriges Training.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
14.	Das Training war abwechslungsreich gestaltet.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
15.	Nach dem Training fühlte ich mich wohl.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
16.	Ich glaube, dass sich durch das Training meine Ausdauer verschlechtert hat.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

1 = trifft nicht zu 5 = trifft voll zu

17.	Ich habe das Training als unterfordernd empfunden.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
18.	Ich habe mich nicht auf das Training gefreut.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
19.	Die Trainingsdauer hätte kürzer sein können.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
20.	Ich glaube, dass sich durch das Training meine Kraft verschlechtert hat.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
21.	Ich empfand diese Trainingsmethode nicht interessanter als mein bisheriges Training.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
22.	Diese Art der Trainingsmethode werde ich in Zukunft nicht weiterführen wollen.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
23.	Das Training hat mir keinen Spaß gemacht.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
24.	Nach meinem Empfinden hätte die Trainingsintensität niedriger sein können.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
25.	Ich könnte mir nicht vorstellen die Trainingsmethode weiterzuempfehlen.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
26.	Mein bisheriges Training habe ich als effektiver empfunden.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
27.	Der Wechsel zwischen den Trainingsformen (Ausdauer/Kraft) hätte häufiger sein können.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
28.	Ich hätte bevorzugt nach der alternierenden Trainingsmethode trainieren wollen.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**

Wenn ich jemandem ein sportliches Training empfehlen sollte, würde ich ihm/ihr das isolierte Training empfehlen, weil

____

____

Mir hat besonders gut gefallen

____

Mir hat nicht gefallen

____

Sonstige Anmerkung

____

Danksagung

Mein Dank gilt all denen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Zuerst möchte ich allen Probanden und den Verantwortlichen und Trainern des Fitnessstudios „body + soul Brunnthal" danken, dass sie mir die Möglichkeit gegeben haben, bei ihnen und mit ihnen die erforderlichen Daten zu erheben.

Meinen ganz besonderen Dank spreche ich Herrn Dr. Günther Penka aus, der mich motivierte die Untersuchung durchzuführen und für jede Frage offen war. Auch waren unsere konstruktiven Diskussionen äußerst hilfreich und sehr gewinnbringend für mich und diese Arbeit. Ebenso möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. Klaus Schneider für die Unterstützung während der ganzen Zeit und die Betreuung dieser Dissertation danken. Auch ist ein Dank an meine Kollegen des Departements für Sportwissenschaft der Universität der Bundeswehr München gerichtet, die mir bei der einen oder anderen Tasse Kaffee neue Denkanstöße gaben und mich bei der Statistik unterstützten. Für die Übernahme des Zweitgutachtens danke ich Herrn Prof. Dr. Stefan Künzell.

Auch danke ich meinen Eltern und meiner Familie, die es mir ermöglichten, diese Arbeit schreiben zu können.

Zuletzt möchte ich mich bei meiner Frau Michaela dafür bedanken, dass sie mich während der langen und intensiven Zeit immer wieder ermunterte und mir bei der Korrektur der Arbeit sehr hilfreich zur Seite stand.

Lebenslauf

Daten zur Person	Thomas Bösl
Geburtsdatum:	18.08.1974 in München
Familienstand:	verheiratet, 1 Tochter
Schulbildung:	
Sept. 1980 – Juli 1985	Grund- und Hauptschule in Zorneding
Sept. 1985 – Mai 1994	Musikgymnasium der Regensburger Domspatzen in Regensburg
Wehrdienst:	
Okt. 1994 – Sept. 1995	1./ Sanitätslehrbataillon 851 in München
Studium:	
Nov. 1995 – Dez. 2000	Studium der Sportwissenschaft an der TU München
	Abschluss: Diplom-Sportwissenschaftler Univ.
	Studienrichtung: „Präventions- und Rehabilitationssport“
Berufliche Erfahrung:	
Mai 2000 – Mai 2003	Tätigkeit als Diplom-Sportwissenschaftler in der sporttherapeutischen Abteilung des Klinikum Berchtesgadener Land, Schönau am Königssee
Juni 2003 – Juni 2007	Leiter der sporttherapeutischen Abteilung des Ambulanten Rehabilitationszentrums im Orthozentrum München
Juli 2005 – heute	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Sportwissenschaft, Abteilung Sportmedizin/Sport und Gesundheit der Universität der Bundeswehr München, Leiter: DSL Dr. med. G. Penka

Erklärung

Ich versichere an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation ohne fremde Hilfe erstellt, bei der Abfassung keine anderen als die im Schriftenverzeichnis angeführten Hilfsmittel benutzt und die wissenschaftlichen Leistungen eigenständig erbracht habe.

Die Dissertation wurde betreut von Prof. Dr. Dr. Klaus Schneider.

Ich habe die Dissertation und Teile daraus noch nicht veröffentlicht.

Die Promotionsordnung der Universität der Bundeswehr München vom November 2000 ist mir bekannt.

Neubiberg, den 1. August 2012